



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL MECÁNICO

“DESARROLLO DE SOLUCIÓN TÉCNICA PARA LA INTEGRACIÓN DE SISTEMAS DE COMUNICACIÓN VIA RADIOFRECUENCIA”

DOCUMENTO 1: MEMORIA

JAVIER AUTOR QUEL

SARA MARCELINO

Pamplona, 14/4/2011



INDICE

1. OBJETIVO DE LA EMPRESA Y DEL PFC	3
2. DESCRIPCIÓN DEL PFC	5
3. LA EMPRESA	7
3.1 INTRODUCCIÓN	7
3.2 PRESENTACIÓN DE LA EMPRESA.....	8
3.3 CAPACIDAD TECNOLÓGICA E INDUSTRIAL.....	10
3.4 MERCADO DE PROYECTO.....	11
4 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.....	12
4.1 ANTECEDENTES	12
4.2 LOS TERMOSTATOS	16
4.2.1 Modulación programable	17
4.2.2 Múltiples instrucciones	17
4.3 COMO AHORRAR ENERGÍA	19
4.3.1 Más versátil, más eficiente	19
4.3.2 Consejos de colocación	20
4.3.3 Regular las temperaturas.....	20
4.3.4 Puesta a punto de tu sistema.....	21
4.3.5 Controlar el tiempo	21
4.3.6 Elige la mejor temperatura.....	22
4.4 TIPOS DE TERMOSTATOS.....	23
4.4.1 Bimetálicos	24
4.4.2 Manuales	24
4.4.3 Automáticos.....	25
4.4.4 De gas.....	25
4.4.5 De parafina.....	25
4.4.6 Electrónicos	26
4.4.7 Termistor.....	26
4.5 LA RADIOFRECUENCIA Y SUS USOS.....	28
4.5.1 Radiocomunicaciones	30
4.5.2 Radioastronomía.....	30
4.5.3 Radar	30
4.5.4 Resonancia magnética nuclear	30
4.5.5 Curiosidades.....	31
4.6 MEDICIÓN DE TEMPERATURA, DISPOSITIVOS DE CONTROL DE TEMPERATURA.....	32
4.6.1 Controles de temperatura de lazo simple	32
4.6.2 Control SI-NO.....	32
4.6.3 Proporcional en el tiempo	32
4.6.4 Acción integral	33
4.6.5 Derivado	34
4.6.6 Ajustes de los sistemas de control	34
4.6.7 Registro.....	36
4.6.8 Dispositivos de control final.....	37
5. PROBLEMÁTICA A RESOLVER. NECESIDAD DEL PROYECTO.....	40
5.1 ESTADO DEL ARTE	42
6. PROCESO DE DISEÑO.....	43
6.1 REQUERIMIENTOS INICIALES.....	43



6.2 DISEÑO DEL PROTOTIPO.....	44
6.2.1 Posibles sujeciones del emisor	44
6.2.2 Diseño del recipiente y sujeción del emisor	49
6.2.3 Diseño de la base	57
6.2.4 Diseño de los metales pila.....	65
6.2.5 Ensamblaje placa base inferior	69
6.2.6 Diseño de carcasa exterior	70
6.2.7 Ensamblaje de la placa base superior.....	74
6.2.8 Diseño de las inscripciones de la carcasa.....	78
6.2.9 Diseño de los botones de accionamiento	80
6.2.10 Diseño de la pantalla digital.....	83
6.2.11 Diseño de la tapa	87
6.2.12 Diseño de las rendijas de ventilación	90
6.2.13 Diseño final.....	92
6.3 CONCLUSIONES	93
7. ANALISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS.....	94
7.1 INTRODUCCIÓN.....	94
7.2 RAZÓN DEL AMFE.....	95
7.3 MEJORA DE LA CALIDAD	96
7.4 TIPOS DE AMFE	96
7.5 AMFE DE DISEÑO	97
7.6 PASOS PARA LLEVAR A CABO UN AMFE.	97
7.6.1 Nombre del producto y componente.....	97
7.6.2 Función.....	98
7.6.3 Modo de fallo.....	98
7.6.4 Efectos del fallo.....	98
7.6.5 Gravedad del fallo.	98
7.6.6 Características críticas.....	99
7.6.7 Causa de fallo.....	99
7.6.8 Probabilidad de ocurrencia.	99
7.6.9 Controles actuales.....	100
7.6.10 Probabilidad de no detección.	100
7.6.11 Número de prioridad de riesgo (NPR).....	101
7.6.12 Acción correctora.	101
7.6.13 Definir responsables.	101
7.6.14 Acciones realmente implantadas.....	101
7.6.15 Nuevo Numero de Prioridad de Riesgos.....	102
7.7 PLANTILLA PARA AMFE	102
7.8 AMFE PARA TERMOSTATO.....	104
7.8.1 Objetivo de estudio	104
7.8.2 Componentes:	104
7.9 TABLAS AMFE	106
7.10 CONCLUSIONES AMFE	117
8. BIBLIOGRAFÍA	118



1. OBJETIVO DE LA EMPRESA Y DEL PFC

El objetivo general del proyecto es disponer de tecnologías que permitan el máximo aprovechamiento energético en las instalaciones de calefacción central bajo el concepto de aportar energía calorífica sólo en el caso de que ésta sea demandada y bajo criterios de responsabilidad.

Los objetivos específicos que se pretenden alcanzar con el presente proyecto son:

- Reducir el consumo energético al eliminar los tiempos de calentamiento de los fluidos del circuito general y circuitos específicos cuando la demanda no lo requiere.
- Eliminar las pérdidas de calor del circuito de calefacción en los momentos en que ninguna vivienda demande calor.
- Reducir el consumo energético en los sistemas de calefacción central al permitir el establecimiento de criterios de selección de mapas de encendido y apagado de la instalación en función de la demanda de las viviendas evitando la disponibilidad de servicio cuando ningún usuario demanda. De este modo se ahorra energía.
- Aumentar la eficiencia energética de la instalación en general al requerir el funcionamiento de la misma en función de la demanda.
- Permitir a las comunidades de vecinos establecer criterios de servicio en función de requisitos de demanda y de condiciones atmosféricas, evitando el consumo ante la demanda en jornadas donde la temperatura ambiente supera la temperatura de confort.
- Minimizar los consumos al disponer de al menos dos niveles de demanda, el individual y el colectivo, y aplicar criterios de responsabilidad social en momentos valle de servicio, al evitar el calentamiento de circuitos secundarios en caso innecesario.

Para lograr los objetivos anteriores, se van a cubrir los siguientes objetivos operativos:

- Conocer los requisitos de demanda existentes en los sistemas de calefacción central con control individual de consumo.



- Conocer el consumo necesario para mantener temperatura en los circuitos individuales de calefacción de cada grupo de viviendas, en función de las necesidades de demanda existentes.
- Desarrollar un sistema de comunicación mediante soporte físico que permita conocer la demanda en cada momento, el cual puede ser instalado en obra nueva con el sistema de gestión de la calefacción.
- Desarrollar un software que permita registrar los recursos energéticos y la demanda relacionándolos con la meteorología diaria.
- Desarrollar un sistema de comunicación vía radiofrecuencia que permita conocer la demanda en cada momento y pueda ser fácilmente integrable en instalaciones ya existentes.
- Realizar una instalación prototipo que permita evaluar el funcionamiento del sistema y la reducción del consumo de las instalaciones utilizando el nuevo sistema frente al sistema tradicional de gestión por mapas estancos de funcionamiento.

El objeto del PFC es integrar los sistemas de comunicación vía radiofrecuencia a instalaciones ya existentes para mejorar su funcionamiento y obtener un ahorro considerable de energía. Este es uno de los objetivos que siempre está presente en los planes financieros de cualquier familia y de manera más concienzuda en las grandes empresas e industrias. Tanto por el ahorro económico como por la creciente concienciación de los ciudadanos por el medio ambiente. Con este fin las herramientas tecnológicas afinan cada vez mas sus aplicaciones y aquí el interés por la integración de los elementos de radiofrecuencia en los aparatos domésticos.

El Proyecto Fin de Carrera parte de la recepción de los planos de un selector de dos posiciones, es decir un emisor de radiofrecuencia, de los cuales se diseñara un termostato digital, mediante el programa de dibujo tridimensional (Solid Works) para su colocación, sujeción y funcionamiento.

Tras la aprobación del diseño, se procederá a la explicación del proceso de fabricación de cada una de las piezas que forman el termostato digital.



2. DESCRIPCIÓN DEL PFC

El presente Proyecto Fin de Carrera se caracteriza por el desarrollo de soluciones técnicas para la integración de los sistemas de comunicación vía radiofrecuencia, que permita una instalación sencilla en viviendas ya existentes e integrable con los sistemas eléctricos actuales.

- **Estructura del PFC:**

El Proyecto Fin de Carrera va a requerir, además de la participación de un técnico en su proyecto final de carrera, la aportación de la profesora Sara Marcelino del departamento de Expresión Gráfica y Proyectos de la Universidad Pública de Navarra, y la aportación de la empresa SERTECQ MANTENIMIENTO INTEGRAL, S.L. en la definición de los parámetros a tener en cuenta en el uso y colocación del producto en las instalaciones, según las siguientes responsabilidades:

- El técnico, su tutor y los técnicos de SERTECQ trabajaran sobre la definición de las funcionalidades del selector dos posiciones con comunicación inalámbrica que deban ser tenidos en cuenta en el funcionamiento del mismo y la integración dentro de un sistema multiseñal de control de parámetros de funcionamiento.
- El técnico, su tutor y los técnicos de SERTECQ trabajaran sobre la definición de los parámetros estéticos y estructurales del producto, con el fin de tener todos los parámetros para el diseño del producto, y que la integración del producto en una vivienda (en caja eléctrica empotrada o sobre pared) permita la integración con los sistemas existentes.

En el proyecto a definir nos encontramos con los siguientes documentos:

- **DOCUMENTO 1: MEMORIA**

En este documento vamos a definir y concretar los objetivos del PFC y también los objetivos conjuntos con la empresa SERTECQ que es la que nos a encargado el diseño y colocación del emisor dentro de un moderno termostato.

Se definen los diferentes tipos de termostatos, el como ahorrar energía en el hogar, un aspecto muy importante en los tiempos que corren ya tanto por la conciencia de la población sobre el cambio climático como también por el ahorro en tiempos de crisis.



Se informa sobre la problemática a resolver en cuanto al despilfarro en las calefacciones centrales en los momentos que la comunidad o cada casa en particular no requieren servicio de calefacción.

Se hace una extensa descripción de los pasos seguidos en el diseño del termostato enumerando cada uno de sus componentes y las posibles alternativas buscadas en cada uno de ellos para mejorar el diseño.

También se realiza un análisis modal de fallos y efectos AMFE para ver las posibles fallos en los componentes del termostato.

Se realiza sobretodo por el pequeño tamaño de alguna de las piezas o salientes y su posible rotura o fallo en la fabricación, ya que el conjunto no va a ser sometido a ningún esfuerzo, por lo que no se realiza un estudio e elementos finitos.

Al final de esta memoria se presenta la bibliografía utilizada.

- **DOCUMENTO 2: PRESUPUESTO**

En este documento se presentan los precios de fabricación de cada uno de los componentes a través de inyección por moldeo, los costes de los materiales de cada pieza, los costes de los componentes comerciales, el coste de montaje, utillaje etc...

Primero se calcula el precio del proyecto desde la partida de ingeniería hasta la fabricación de un termostato.

Después se expone el precio unidad de una fabricación en serie de 10.000 unidades.

- **DOCUMENTO 3: PLIEGO DE CONDICIONES**

En el definimos el funcionamiento del termostato, indicando para que sirve cada uno de sus comandos y haciendo una guía de todos los posibles programas que tiene.

También definimos la conexión del emisor al termostato y como funciona conjuntamente con este y las propiedades de los diferentes materiales utilizados en cada una de las piezas.

- **DOCUMENTO 4: PLANOS**

Se representan en planos de A4 y A3 cada una de las piezas que vamos a fabricar del conjunto de termostato. Indicando de la mejor manera posible los detalles más minuciosos y haciendo una buena lectura de cada uno de los planos.



3. LA EMPRESA

3.1 INTRODUCCIÓN

SERTECQ MANTENIMIENTO INTEGRAL, S.L. (en adelante SERTECQ) es una empresa con sede en Berriozar cuyo objetivo principal es la realización de proyectos para instalaciones térmicas y de climatización, su instalación y su mantenimiento.

El sector de mantenedores de instalaciones térmicas ha tenido durante los últimos años importantes cambios dada la incorporación en pocos años de diferentes combustibles que han ido sustituyendo a otros de menor eficiencia y mayor necesidad de mantenimiento.

Igualmente las instalaciones y los equipos que las forman, están permitiendo una mejor regulación de las salas y un menor coste medioambiental en el uso de las mismas.

Esta evolución de la tecnología, ha hecho que instalaciones de gran consumo (principalmente industriales), hayan trabajado en el desarrollo de sistemas que reduzcan los consumos energéticos y que a su vez permitan una menor incidencia en el medio ambiente.

Siguiendo esa filosofía SERTECQ ha visto que en la actualidad no existen en el mercado, sistemas que puedan ser utilizados a nivel de grandes comunidades de vecinos para la gestión automática del servicio en función de la demanda, hecho por el cual las instalaciones pueden estar un periodo prolongado generando energía que se disipa en las instalaciones sin ser requerida la demanda por parte del usuario.

El presente proyecto afronta la necesidad de APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE LOS SISTEMAS DE CALEFACCIÓN CENTRAL EN FUNCIÓN DE LA DEMANDA, con fecha de inicio prevista para el 15 de enero de 2010 y fecha de finalización el 30 de junio de 2011 con un presupuesto aproximado de 263.100 Euros.



3.2 PRESENTACIÓN DE LA EMPRESA

SERTECQ MANTENIMIENTO INTEGRAL, S.L. es una empresa con sede en Berriozar cuyo objetivo principal es la realización de proyectos para instalaciones térmicas y de climatización, su instalación y su mantenimiento.

Los procesos principales de producción de SERTECQ se pueden recoger en estos apartados:

- Recepción de materia prima
- Diseño de instalaciones térmicas y de aire acondicionado
- Realización de instalaciones térmicas y de aire acondicionado
- Automatización de las instalaciones
- Mantenimiento de las instalaciones térmicas
- Inspección y puesta en marcha de instalaciones
- Entrega al cliente

Todos los procesos parten de las siguientes etapas diferenciadas::

- Tareas comerciales y recogida de necesidades de los clientes.
- Desarrollo de nuevas instalaciones (en los casos necesarios).
- Gestión de compras de herramientas, mantenimiento y calibración.
- Gestión de subcontratación de servicios.
- Gestión de stocks de materiales.

La actividad principal de SERTECQ es la realización de tareas de mantenimiento de instalaciones industriales y de comunidades en lo referente a instalaciones térmicas, con objeto de dar cumplimiento al RITE o reglamento de instalaciones térmicas.

Además de la anterior, SERTECQ realiza anualmente obras de remodelación de salas de calderas o adaptación de los componentes necesarios para el cambio de combustible de las instalaciones.

Por último SERTECQ realiza obras de nuevas instalaciones térmicas para empresas o comunidades de vecinos.

SERTECQ pese a ser una empresa joven tiene ya muchos años de funcionamiento (anteriormente como sociedad unipersonal). SERTECQ está autorizada por el departamento de industria del Gobierno de Navarra como EMPRESA INSTALADORA Y MANTENEDORA inscrita N°31/EIT-0389. Para ello cuenta con INGENIEROS COLEGIADOS de gran experiencia especialistas en instalaciones térmicas y de combustibles con capacidad por tanto para redactar proyectos y diseñar instalaciones.



A continuación citamos algunos de los clientes que depositan su confianza en SERTECQ:

- TRW automotive; empresa multinacional.
- BSH electrodomésticos.
- Universidad de Navarra.
- Gobierno de Navarra.
- Numerosas comunidades de propietarios: SERTECQ presta sus servicios a más de 4.000 viviendas en Navarra.



3.3 CAPACIDAD TECNOLÓGICA E INDUSTRIAL

SERTECQ pese a ser una empresa joven tiene ya muchos años de funcionamiento (anteriormente como sociedad unipersonal). SERTECQ está autorizada por el departamento de industria del Gobierno de Navarra como EMPRESA INSTALADORA Y MANTENEDORA inscrita N°31/EIT-0389. Para ello cuenta con INGENIEROS COLEGIADOS de gran experiencia especialistas en instalaciones térmicas y de combustibles con capacidad por tanto para redactar proyectos y diseñar instalaciones.

La capacidad tecnológica del personal técnico de SERTECQ viene avalada por los reconocimientos como empresa instaladora y mantenedora, y la disposición de un técnico titulado en plantilla, además de que uno de los socios (que trabaja como colaborador externo), también es técnico titulado y complementa las tareas del técnico de la empresa. Así mismo Ramón Pérez propietario de la empresa es Ingeniero Industrial.

Entre las tecnologías y combustibles que la empresa domina, se pueden citar las siguientes:

- Combustión de Fuel pesado
- Combustión de Gasoil
- Combustión de Gas Natural
- Regulación y control de instalaciones térmicas
- Diseño, montaje y mantenimiento de instalaciones térmicas y de gas



3.4 MERCADO DE PROYECTO

SERTECQ mantiene un mercado de clientes a los que realiza el mantenimiento con carácter periódico cercano a 110, de los cuales más del 90% corresponden a comunidades de vecinos y el resto a empresas.

En la actualidad las comunidades de vecinos en las que existen instalaciones de calefacción central con gestión individual, no disponen de sistemas de control de necesidad de servicio, sino que la actividad de la caldera viene dada por el cumplimiento de un programa definido por la propia comunidad de vecinos.

El mercado potencial de los resultados del proyecto es doble:

- Por un lado se encuentran aquellas comunidades de vecinos que teniendo calefacción central con control individual, decidan implantar este sistema de tal manera que se consiguen las ventajas de disponer de una regulación automática de las instalaciones logrando la máxima eficiencia de las mismas al trabajar en función de requerimientos.
- Por otro lado se encuentran aquellos posibles clientes nuevos que vayan a construir nuevas instalaciones y que decidan una gestión responsable de los recursos energéticos.

Estas dos tipologías de clientes son el mercado potencial que a SERTECQ se le abre con la incorporación de los resultados del presente proyecto y que darán como resultado la cuenta de resultados prevista para el proyecto, que permite que SERTECQ pueda hacer frente a las inversiones del mismo.

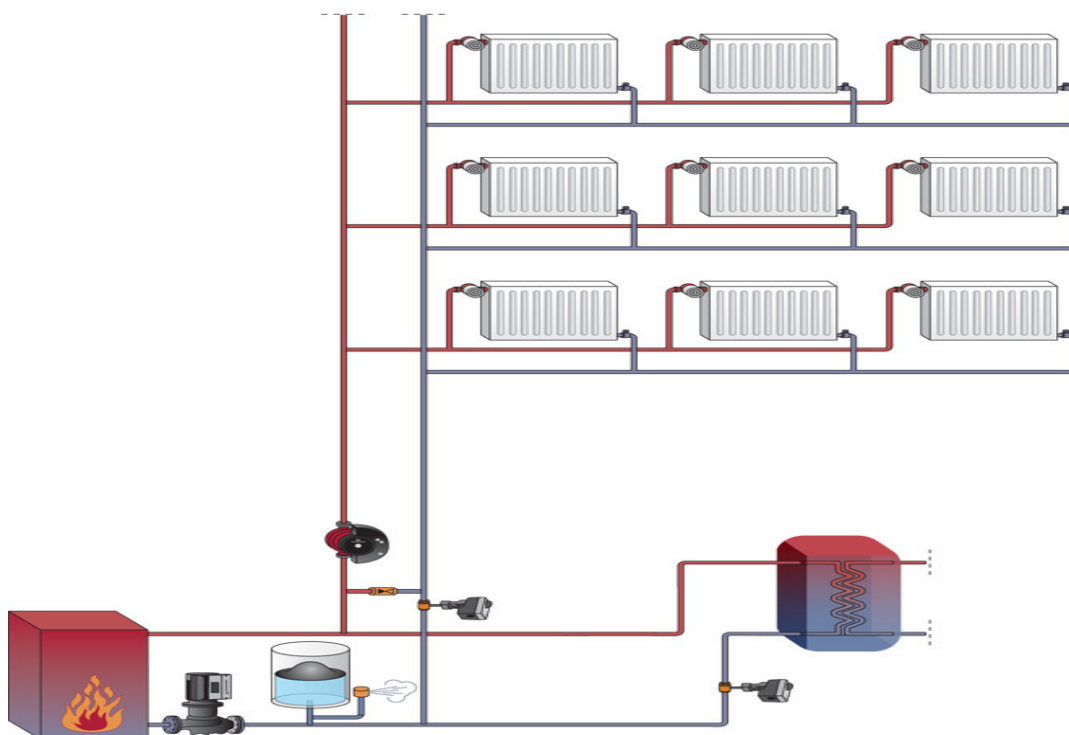
El resultado del proyecto será muy interesante para los clientes puesto que permitirá a los clientes disponer de un sistema que además de ser responsable medioambientalmente hablando, les aportará el confort máximo en los momentos requeridos con muy poco tiempo de respuesta en la instalación y les permitirá un importante ahorro económico frente a los gastos actuales de estos sistemas de calefacción.

4 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

4.1 ANTECEDENTES

El término calefacción central cubre los sistemas de calefacción hidrónica con una caldera u horno central dentro del edificio o en sus alrededores inmediatos. El calor se genera en la caldera. Las tuberías transportan el agua caliente hacia las fuentes de calor del edificio (radiadores) y el agua fría retorna a la caldera. Originalmente, se diseñaron muchos sistemas de calefacción central para ser autocirculantes. En la actualidad, siempre se utiliza un circulador para bombear el calor a través del sistema.

Los sistemas de calefacción central son sistemas cerrados con un depósito de expansión. También se puede instalar un depósito auxiliar en el sistema. En la calefacción central se utiliza una amplia gama de tipos de combustible. Carbón, hulla, madera, diésel, gas, leña y tacos de madera comprimida han demostrado ser combustibles adecuados en las calderas de calefacción central.



Las actuales sistemas de calefacción centralizados se componen básicamente de una caldera principal, habitualmente acompañada de una segunda de apoyo, que surten del agua caliente necesaria a todo el edificio, tanto para calefacción como para el uso denominado "sanitario" (duchas, grifos, etc).



Además en las viviendas más modernas, se incorpora un sistema de gestión individual de la temperatura interior de cada vivienda, de manera que cada cual regula la temperatura como quiere y cuando quiere, sin estar sometido a horarios de comunidad ni nada por el estilo, que era el sistema de gestión utilizado en las comunidades con calefacción central.

En las instalaciones centrales más modernas, además de los elementos anteriores, y para distribuir el gasto en función del consumo, se instalan contadores individuales que registran el consumo real de cada vivienda, abonando cada cual en función de su gasto real de energía, dependiente de la demanda.

Esto significa que con el sistema de calefacción centralizado de gestión individual tenemos todas las ventajas de la caldera individual -uso a medida de cada usuario, controlado por él mismo y pago en función de consumo real- y todas las de un sistema colectivo: menor consumo de energía, menos coste y más seguridad en el mantenimiento, más eficiencia del sistema ya que las calderas colectivas son "máquinas" más potentes y sofisticadas.

Sin duda se trata del sistema energéticamente más avanzado para lograr una alta confortabilidad, ya que se consigue una gran relación entre el consumo y el resultado obtenido. Se trata de una solución con una producción centralizada de calor y consumo individual, proporcionando una alta eficiencia en la producción de energía térmica útil y suministro particular a cada vivienda de calefacción, lo que conlleva la individualización de los contadores consiguiendo que cada usuario pague únicamente lo que consume.

Los sistemas de control individualizados mediante programadores permite elegir la temperatura, el horario y los días para conectar individualmente el servicio de calefacción, además la temperatura y el caudal de agua caliente se mantiene estable, sin variar cuando se abren otros grifos; la fiabilidad del servicio es mayor al contar con sistemas redundantes.

Estos sistemas, acompañados del sistema de telegestión (desarrollado en el primer proyecto de I+D de SERTECQ), que se constituye el canal de comunicación entre la empresa de gestión energética, y la central térmica, mediante el cual se optimizan y controlan todos los aspectos de fiabilidad del sistema y eficiencia energética, garantizando el buen funcionamiento de la instalación.

La calefacción central comenzó a instalarse a principios del siglo XX; un servicio en su época sólo al alcance de los más pudientes, que a pesar de los avances tecnológicos de los últimos tiempos, sigue presentando un gran número de problemas de confort.

La calefacción con calderas individuales comenzó a instalarse en los años 70 y con ella los usuarios podían elegir el horario y la temperatura a su gusto, pagando en función de su consumo. El inconveniente principal de estas calderas es su escasa eficiencia energética, dado que una gran cantidad de la energía se disipa por la salida de humos de la instalación.

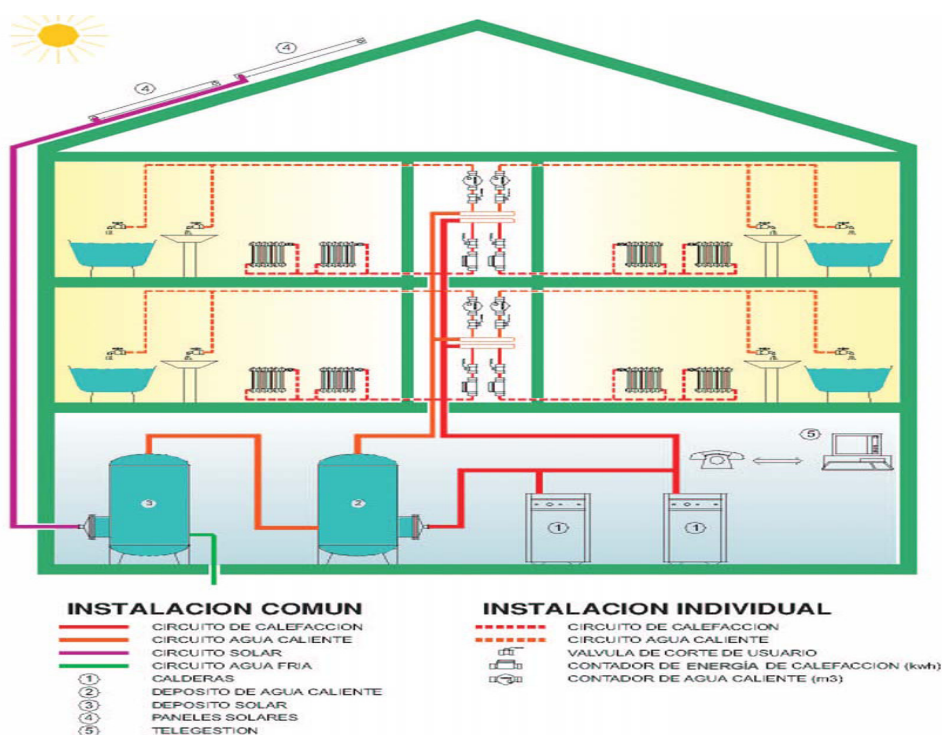
El problema de la incertidumbre energética para el futuro de la humanidad y el Cambio Climático, que intenta ser paliado por el Protocolo de Kyoto, dejan obsoletas las calderas individuales de bajo rendimiento.

La solución idónea consistiría en aprovechar lo mejor de las viejas calefacciones centrales- su mayor eficiencia en la producción de energía térmica útil- y lo mejor de las instalaciones con calderas individuales- la posibilidad de que cada usuario elija sus parámetros de confort y pague en función de ello-. Sin embargo, esta solución tecnológica no es suficiente para convertirse en una instalación totalmente individual, ya que existen elementos comunes, por lo que se hace necesaria la figura del Gestor Energético.

El sistema de calefacción y agua caliente del edificio se divide en dos partes:

La Instalación Común, (calderas, instalación de energía solar y redes de distribución, hasta las válvulas de corte de cada usuario, situadas en el rellano de escalera).

Las Instalaciones Individuales de cada vivienda, responsabilidad de cada usuario.





Con la calefacción central los vecinos logran un importante nivel de confort, ya que los innovadores sistemas de regulación de temperatura permiten ajustar la instalación de calefacción ya que admiten la parametrización de forma automática de los días en que se tiene que encender la calefacción, sus horarios de funcionamiento y la temperatura de las estancias.

Ahora bien, el problema en estas instalaciones es que despilfarran energía ya que la instalación se encuentra en todo momento lista para dar servicio, lo que supone que la instalación tiene consumo energético incluso cuando los vecinos no requieren del mismo.

Según un informe del CRANA realizado sobre instalaciones térmicas centralizadas con control individual, y a partir de una serie de datos, se llega a las siguientes reflexiones:

Estimamos que hay una gran cantidad de pérdidas térmicas en el sistema, principalmente en la distribución.

Las demandas energéticas en viviendas son muy puntuales y la simultaneidad es baja, a diferencia de los sistemas centrales antiguos. Los pisos se habitan menos horas y el número de ocupantes es menor. Los horarios de ocupación de las viviendas son muy dispares.

Los amplios horarios de calefacción necesarios para atender esta diversa demanda aumentan considerablemente las pérdidas de energía térmica en los sistemas de distribución. Se producen a menudo situaciones de nula demanda en pleno horario de calefacción. Las comunidades con los horarios de servicio más dilatados tienen rendimientos menores.

Las medidas de ahorro de que dispone el usuario (crono-termostatos, persianas, válvulas termostáticas) en este régimen de ocupación de la vivienda, son más efectivas cuando la gestión es individual.

Todo ello indica que el problema es general en todo este tipo de instalaciones y que por tanto el proyecto es necesario para hacer frente a las necesidades de la sociedad.



4.2 LOS TERMOSTATOS

El termostato, inventado por el francés Andrew Ure en 1830, básicamente, es un elemento que permite controlar y por ende, manejar los grados de temperatura requeridos para determinada tarea, o bien para un determinado ambiente o sistema.

También con un termostato se puede proceder a la apertura o cierre de un circuito eléctrico según el nivel de temperatura en que se gradúe. El termostato permite entonces la correcta y requerida regulación de un nivel de temperatura. El termostato es un elemento de medición utilizado en fines diversos, tanto para electrodomésticos, en calefactores y refrigeradores, como en experimentos genéticos. El uso de termostatos se da desde el nivel hogareño hasta el industrial, científico y comercial. Por ejemplo, el termostato del motor de un automóvil es fundamental porque controla que el resto de las piezas funcionen a una temperatura que permite a los componentes un rendimiento asegurado. Es justamente del termostato de quien depende que el refrigerante consiga la temperatura exacta que necesita el motor para su buen funcionamiento, pues si el motor no trabaja en la temperatura requerida se puede producir un choque térmico entre el frío del refrigerante y el calor generado por la combustión y asumido por las camisas de los cilindros.

Sin un termostato que funcione correctamente, las camisas con el calor pueden endurecerse o cristalizarse lo que irá en detrimento de su vida útil. Es altamente dañoso para el normal funcionamiento del motor que el termostato no registre estos cambios de temperatura pues esa situación puede afectar el sellado de los anillos, por lo que es vital que el termostato verifique esa temperatura específicamente. El termostato en el automóvil está ubicado en la parte del motor donde conecta la manguera superior que viene del radiador, a veces puede venir instalado en la manguera directamente, y desde allí, como dijimos regula el tráfico de fluidos que corre por el motor. En lo particular, con los usos de los termostatos tenemos que pueden ser utilizados como protección térmica. Son detectores térmicos de tipo bimetálicos que poseen contactos de plata, están cerrados en lo general, y se abren cuando se registra un aumento de temperatura. Si la temperatura baja, el detector vuelve a su forma original y los contactos se cierran. Es el caso puntual de los termostatos utilizados como sistema de alarma y desconexión de motores eléctricos trifásicos. Otro de los tipos de termostatos utilizado es el que se instala en las cámaras conservadoras. Sin duda, que en este caso, el buen funcionamiento del termostato permite conservar los alimentos destinados a la cámara sin romper la cadena de frío, lo que implica una responsabilidad y garantía por parte de los fabricantes con el consabido desarrollo de un mercado específico a los efectos de proveerlos a restaurantes, laboratorios, morgues, frigoríficos, vinotecas. Por supuesto que el registro de las temperaturas recibe el correspondiente control bajo estrictas normas IRAM.



Un mecanismo dotado de termostato es un sistema de control que permite cerrar o abrir un circuito eléctrico en función de la temperatura. Estos dispositivos mantienen el grado de calor e incluso de humedad, si están preparados para ello, en un punto predeterminado. La tecnología ha hecho de los termostatos aparatos de muchos tipos: digitales, analógicos, mecánicos, electrónicos, proporcionales, de una o más etapas... Hoy los termostatos ostentan un cuidado diseño estético, están concebidos como mandos ergonómicos de uso sencillo con una electrónica capaz de integrarse plenamente con la máquina a la que dan servicio. En realidad, estos componentes de la calefacción, los grifos, el horno o el aire acondicionado pueden ser tan simples como una lámina bimetálica o tan complejos como un microprocesador. De lo que se trata con ellos es de asegurar un determinado nivel de confort o de eficacia.

4.2.1 Modulación programable

Mediante la modulación de la temperatura los termostatos ponen en marcha o no los aparatos, ayudando a reducir la factura energética y logrando un ahorro importante de recursos y emisiones de CO₂. En el caso de la calefacción encienden o apagan la caldera dependiendo de la temperatura de la habitación o habitaciones donde estén colocados.

Los termostatos actuales más modernos son aparatos programables fácilmente comprensibles para el usuario. A veces, en una vivienda se encuentran áreas demasiado calientes debido a su exposición a los rayos solares, por ejemplo. Así, utilizando un termostato programable con varios sensores, se puede apagar automáticamente la calefacción por la noche o cuando no se esté en parte o en toda la casa. En el verano, se puede ahorrar dinero al quitar automáticamente el aire acondicionado a ciertas horas o cuando el ambiente haya alcanzado el punto de frescor apetecido.

Es fácil ahorrar hasta un 10% al año en calefacción y aire acondicionado únicamente bajando en la misma proporción el termostato o programándolo de forma automática, instalando un control automático o un sistema programable para ajustar las horas en que se quiera encender el sistema de climatización, de calor o frío. De esta manera, el sistema funciona según un horario preestablecido y a toda capacidad sólo donde se le indique y cuando la casa o parte de ella esté ocupada.

4.2.2 Múltiples instrucciones

Los termostatos digitales programables permiten proyectar la temperatura del hogar grado a grado y casi, minuto a minuto. Son capaces de almacenar y repetir instrucciones de hora y temperatura varias veces al día y se pueden cancelar sin que afecte al resto de la programación diaria o semanal.



Las versiones más sofisticadas permiten al usuario programar temperaturas diferentes para distintos momentos del día o de la semana. Generalmente, estos equipos se conectan a través de cables eléctricos, aunque algunos están dotados de un sistema de radiofrecuencia.

Un cronotermostato modulante es un aparato de regulación y control que ajusta la potencia de la caldera dependiendo de la temperatura de la habitación, de la temperatura deseada y de la hora. Combina la función de reloj y la función de termostato en un solo aparato. Estos mecanismos de última generación pueden llegar a ahorrar un 3% más de energía que un termostato normal. El ahorro respecto a una instalación sin termostato puede llegar a ser hasta de 20%.

La colocación de válvulas termostáticas en los radiadores regula el calor de cada uno de ellos. Su función consiste en cerrar el paso de los que estén en cuartos con mayor radiación solar o abrirlo en los lugares situados al norte o en sombra.

Mecanismos como estos proporcionan la ventaja añadida que supone definir distintas temperaturas de confort para cada estancia, combinando así el confort y el ahorro energético. Estos reguladores se adaptan a numerosas configuraciones. Algo tan sencillo como un termostato, sea electromecánico, electrónico o digital, mantiene el gasto de energía bajo control y al mismo tiempo ayuda a los miembros del hogar a sentirse cómodos.

Es importante instalar el termostato alejado de fuentes de calor como una chimenea, lámparas, ventanas, televisores y calentadores para evitar que falsee las lecturas. Su correcto funcionamiento hará que el equipo de aire acondicionado y de calefacción trabajen de manera más eficiente.

Los sensores termostáticos que mantienen la temperatura regular se encuentran disponibles en un gran número de modelos. Normalmente están constituidos por un fuelle a presión de vapor relleno de un gas, líquido o cera termosensible.



4.3 COMO AHORRAR ENERGÍA

A veces, no es necesario apagar tu sistema de calefacción o climatización para ahorrar energía. Para ayudarte en el uso sostenible de tus aparatos, el mercado ofrece en la actualidad múltiples variedades de termostatos y cronotermostatos. Con estos aparatos, de fácil instalación, puedes llegar a ahorrar entre un 8% y 13% de tu consumo energético sin que merme ni un ápice tu comodidad.

Los hay de todos los gustos, desde una lámina metálica, como la clásica válvula termostática de los radiadores, hasta sofisticados microprocesadores capaces de controlar la humedad relativa de un espacio. En la actualidad resulta más sencillo encontrarlos en su formato digital, que se adosa a la pared.

Un termostato, en términos generales, es el componente de un sistema de control simple que abre o cierra un circuito eléctrico en función de la temperatura. La diferencia entre los sistemas más simples con los más modernos y complejos, los cronotermostatos, reside en la flexibilidad de su programación: no sólo apagan y encienden el sistema para mantener la temperatura deseada, también permiten la programación por horas, días y semanas de los grados con los que quieres calentar o refrigerar tu casa.

4.3.1 Más versátil, más eficiente

La versatilidad abre mayores oportunidades para que uses de forma eficiente tus sistemas de calefacción y refrigeración. Puedes, así, programar varios niveles de temperatura a lo largo de un mismo día, y en diferentes estancias de tu hogar para acomodar la climatización a las verdaderas necesidades en cada momento. Incluso puedes planear su encendido y apagado.

Los expertos recomiendan diferentes niveles de temperatura en función de las necesidades. Son éstos:

- 20 °C. Esta es la temperatura media para que tu vivienda ofrezca un nivel más que aceptable de comodidad.
- 15 °C. Si sales de casa por unas pocas horas, ésta puede ser una buena temperatura programada para evitar llegar a casa con frío excesivo. También puede ser un buen baremo a la hora de acostarse.
- 5 °C. Apagar la calefacción durante largas ausencias de casa en pleno invierno y en aquellas zonas excesivamente frías, puede ser contraproducente cuando corres el riesgo de que se congelen las cañerías y se produzcan roturas. Mantener una temperatura mínima, como la de 5 grados, evita gastos energéticos excesivos y sorpresas indeseables al volver a casa.



4.3.2 Consejos de colocación

Por regla general, los termostatos vienen incorporados en los sistemas de viviendas nuevas. Si todavía no tienes uno, no te preocupes porque su instalación resulta relativamente sencilla. Al respecto, según el sector, uno de los puntos clave para maximizar su potencialidad es elegir una buena ubicación: coloca el termostato a una altura cómoda, unos 1,50 metros de suelo, sobre una pared interior y en óptimas condiciones de sensibilidad ambiental, es decir, que no esté próximo a fuentes de frío o calor, como ventanas o radiadores. De esta manera, puedes tenerlo a mano siempre que lo necesites, garantizando un confort y un ambiente agradable en tu hogar.

Cada vez resulta más difícil ignorar que el invierno está muy cerca. Antes de que el frío sea un compañero cotidiano, conviene repasar cómo podemos preparar la casa para las bajas temperaturas.

No nos cansamos de repetirlo: el consumo de calefacción en los hogares españoles supone, de promedio, el 46% del gasto total de energía anual. El uso de electrodomésticos, por ejemplo, suma menos de un 20%. Sin embargo, mientras los hogares de todos se llenan con lavadoras o frigoríficos más eficientes, no se suele prestar tanta atención a garantizar un uso eficiente de la calefacción. Y, a veces, un pequeño gesto puede suponer un ahorro energético (y en tu bolsillo) significativo.

4.3.3 Regular las temperaturas

En España, las condiciones climáticas varían mucho de una zona a otra. A veces, en cuestión de unas decenas de kilómetros. Además, no todos los días son iguales ni es necesario el mismo nivel de calefacción a lo largo de la jornada. Por cada grado que aumenta la temperatura de tu sistema de calefacción, se eleva en cerca de un 7% el consumo energético. En definitiva, resulta importante disponer un sistema de regulación de temperaturas.

En la actualidad, la ley exige que todas las instalaciones individuales de calefacción –las más comunes– tengan un termostato colocado en la estancia más característica de la casa, por ejemplo el salón. Si tu calefacción es central, en cambio, un punto de control por cada zona del edificio y, al menos, válvulas en los principales radiadores de la vivienda.

Pero se puede hacer más: en el mercado existen válvulas termoestáticas sobre los propios radiadores, que abren o cierran el paso de agua caliente al radiador para ajustar la temperatura. Son una versión mejorada y más eficiente de las clásicas válvulas de los radiadores. Y, aún mejor, puedes optar por termostatos programables, que permiten fijar las temperaturas en diferentes franjas horarias e incluso para fines de semana. Es una opción ideal si pasas



mucho tiempo fuera de casa. Y, por supuesto, la domótica puede ayudarte a garantizar y mejorar tu eficiencia energética.

4.3.4 Puesta a punto de tu sistema

Elegir un sistema de calefacción adecuado para las necesidades de tu vivienda es la mejor forma de garantizar la eficiencia energética. Pero, además de asesorarse a la hora de elegir, es necesario realizar un buen mantenimiento. Puede ahorrarte hasta un 15% de energía.

Los radiadores son un claro ejemplo: si están sucios, el aire contenido en su interior dificulta la transmisión de calor desde el agua caliente al exterior y baja su rendimiento. El clásico gesto de purgarlos cada año garantiza un correcto (y eficiente) funcionamiento. Así que, antes de que llegue el invierno, deja salir el aire de tus radiadores y, cuando empiece a salir sólo agua, lo tendrás listo para el invierno.

No todos los inviernos son iguales. Hay personas más frioleras que otras e, incluso, hay habitaciones más cálidas. Para lograr la temperatura ideal (y eficiente) en una vivienda es preciso atender a múltiples factores, pero existe un aparato capaz de satisfacer todas las demandas y hacerlo, además, anticipándose a las propias necesidades de los habitantes. Los cronotermostatos son capaces de ajustar la temperatura de cada estancia de tu casa. Tu factura lo agradecerá y tu consumo energético también.

No se trata de un capricho: la legislación actual exige que las instalaciones individuales de calefacción tengan al menos un termostato, que se ubica normalmente en el salón (el lugar más característico de una vivienda).

Estas válvulas son, quizá, el mejor ejemplo de termostato convencional. No cuestan más de 30 euros por unidad, son muy fáciles de instalar y permiten regular la temperatura de cada radiador con un simple giro de mano. Su uso habitual, según los expertos, puede llegar a ahorrar hasta un 13% del consumo energético de tu hogar.

4.3.5 Controlar el tiempo

Del simple acto de controlar la temperatura, el mercado ha pasado a ofrecer al usuario la posibilidad de controlar cómo y cuándo quiere caldear su vivienda. Los termostatos programables o cronotermostatos son dispositivos digitales que incorporan diferentes programas –unos 9, por regla general- para planificar tanto la calefacción como la refrigeración de tu hogar. Puedes establecer temperaturas de mantenimiento cuando no estás en casa, caldear progresivamente la vivienda antes de tu llegada...



Los modelos ofrecen cada vez más prestaciones. Ahora , pueden programar la climatización de cada estancia por separado, mediante un dispositivo inalámbrico que hace las veces de mando a distancia que da instrucciones a la caldera. Incluso incorporan sistemas de control inteligente de la temperatura, asegurándose las condiciones óptimas en todo momento, o programas específicos para las vacaciones o para evitar que las tuberías se congelen si estás fuera durante el invierno.

Su instalación es relativamente sencilla y su precio resulta competitivo. El sector recuerda que puedes amortizar su instalación con el ahorro energético de un buen invierno. El siguiente paso es la domótica, viviendas inteligentes que pueden controlarse desde el propio móvil ¿Habías imaginado alguna vez que podrías encender la calefacción mientras te diriges a casa?

4.3.6 Elige la mejor temperatura

Los expertos distinguen dos tipos de temperaturas: la temperatura de confort y la económica. La primera, que se suele fijar en torno a los 20 grados centígrados, es la que se recomienda para estar cómodo en casa sin despilfarrar calefacción. La segunda, indicada para cuando la casa se queda sola durante cortos periodos de tiempo, se fija en torno a los 15 grados.

Pero se puede hilar mucho más fino: la cocina, por ejemplo, tiene en los fogones o el horno sus propias fuentes de calor, lo que sugiere una climatización diferente. Ocurre lo mismo con dormitorios o habitaciones supletorias, que suelen utilizarse exclusivamente para dormir. En estos casos, se puede rebajar la temperatura entre 3 y 5 grados.



4.4 TIPOS DE TERMOSTATOS

En cuanto a los termostatos que son utilizados sea en los electrodomésticos, particularmente en calefactores y aires acondicionados, en ambientes o para el fin que se precise, los hay de distintas clases: pueden ser digitales, eléctricos, mecánicos, analógicos. Y pueden ser fabricados con una simple lámina bimetálica o hasta con la complejidad de un microprocesador. Los termostatos no sólo sirven para controlar la temperatura de un motor, también son utilizados para medir la temperatura de hornos, hogareños o comerciales, congeladores y refrigeradores, sean del hogar o industriales. Los termostatos sirven tanto a los fines de mantener la temperatura de cocción de un grill como el termostato para incubadoras, calderas o saunas. Es justamente este tipo de termostato el del tipo digital. Este tipo de termostatos son específicos para esos ambientes donde la precisión de temperatura es de vital importancia: sea en saunas como en calderas industriales, o particularmente, incubadoras o aires acondicionados. Estos termostatos pueden ser manejados por control remoto, son programables hasta en seis bandas horarias.

Termostatos de este tipo son de última tecnología en cuanto a control de temperatura se refiere. Incluyen control remoto infrarrojo, llave de programación, display repetidos, display a leds de alta eficiencia, reloj, son de fácil lectura y las alarmas saltan automáticamente. Estos termostatos implementados en estas clases de maquinarias y artefactos permiten un manejo automático por monitoreo, alertando en cualquier situación crítica. Y también advierten sobre las fallas de alimentación en los casos en que se compromete el mantenimiento de la temperatura.

Existe una diversa cantidad de termostatos que satisfacen los distintos usos y las exigencias de la industria y el comercio. Estamos ante termostatos con capilar y bulbo, capilar fijo, vaina para inmersión, conductos de aire y termostatos de ambiente con diferentes alcances y necesidades. Son de fácil colocación y su costo accesible los convierte en una sencilla manera de controlar la temperatura ideal. Su estética es moderna y adaptada a sus usos.

Su versión más simple consiste en una lámina bimetálica como la que utilizan los equipos de aire acondicionado para apagar o encender el compresor.

Otro ejemplo lo podemos encontrar en los motores de combustión interna, donde controlan el flujo del líquido refrigerante que regresa al radiador dependiendo de la temperatura del motor.



Termostato bimetalico de seguridad con reinicio manual.

4.4.1 Bimetálicos



Termostato bimetalico de control automático.

Consiste en dos láminas de metal unidas, con diferente coeficiente de dilatación térmico. Cuando la temperatura cambia, la lámina cambia de forma actuando sobre unos contactos que cierran un circuito eléctrico.

Pueden ser normalmente abiertos o normalmente cerrados, cambiando su estado cuando la temperatura alcanza el nivel para el que son preparados.

4.4.2 Manuales

Son los que requieren intervención humana para regresar a su estado inicial, como los termostatos de seguridad que realizan una función en caso de que la temperatura alcance niveles peligrosos.



Termostato de gas con ajuste de temperatura. Usado en acondicionadores de aire de ventana.

4.4.3 Automáticos

Regresan a su estado inicial sin necesidad de intervención humana. Actúan de una forma totalmente automática, de ahí su aplicación actual en gran parte de los hogares.

4.4.4 De gas

Consiste en un gas encerrado dentro de un tubo de cobre. Cuando la temperatura sube, el gas se expande y empuja la válvula, que realiza una determinada función.

4.4.5 De parafina



Termostato de parafina para radiadores de vehículos.

Empleados en válvulas de control de fluido, contienen parafina encapsulada que se expande al aumentar la temperatura; ésta, a su vez, empuja un disco que permite el paso del fluido. Cuando el fluido baja su temperatura, un resorte vuelve el disco a su posición inicial cerrando el paso. Un ejemplo de este

termostato es el empleado en el sistema de enfriamiento de los motores de combustión interna.

4.4.6 Electrónicos

Los termostatos electrónicos cada vez son más habituales debido a sus ventajas.

- Pueden estar libres de partes móviles y contactos que sufren deterioro.
- Se puede configurar tanto una temperatura como un umbral o un tiempo mínimo entre activaciones.
- Se pueden integrar fácilmente en un sistema con más funciones como programador horario con otros sucesos.
- Con un controlador PID puede hacer una gestión más inteligente.

Un termostato electrónico puede mejorar las aplicaciones en que se usan los termostatos mecánicos.

- En un frigorífico puede evitar que se encienda si hay una subida breve de temperatura, por ejemplo, al abrir la nevera y ventilarse el aire interior.
- En el sistema de refrigeración de un vehículo se puede utilizar una bomba eléctrica comandada electrónicamente de modo que no encienda en el periodo de calentamiento (evitando gastar energía inútilmente) y variando su velocidad según la demanda de potencia. Un sistema mecánico tal vez no podría eliminar bien el calor acumulado a pocas RPM y en altas podría requerir excesiva potencia para la necesidad de refrigeración.
- En una casa un termostato se puede complementar con una programación según la hora, el día de la semana, otros eventos o según la eficiencia.

El elemento que permite medir la temperatura puede un sistema infrarrojo u otro, pero el más habitual suele ser un termistor que se puede fabricar de diferentes formas.

4.4.7 Termistor



Termistor NTC.



Este tipo de termostatos están contruidos alrededor de un termistor. Un termistor es un dispositivo que cambia su impedancia dependiendo de la temperatura.

La impedancia del termistor es leída por un sistema de control, usualmente basado en un microprocesador, que es programado para realizar diferentes operaciones a determinadas temperaturas.

Existen muchas variantes de termostatos electrónicos, pero la mayoría de las veces el componente real de lectura de temperatura es el termistor. Existen versiones antiguas donde empleaban termostatos de gas. En general, cualquier dispositivo que permita medir con electrónica la temperatura puede ser integrado en un termostato. Por ejemplo, resistencias de platino, semiconductores sensores de temperatura, etc.



4.5 LA RADIOFRECUENCIA Y SUS USOS

El término radiofrecuencia, también denominado espectro de radiofrecuencia o RF, se aplica a la porción menos energética del espectro electromagnético, situada entre unos 3 Hz y unos 300 GHz. El Hertz es la unidad de medida de la frecuencia de las ondas, y corresponde a un ciclo por segundo.¹ Las ondas electromagnéticas de esta región del espectro se pueden transmitir aplicando la corriente alterna originada en un generador a una antena.

La radiofrecuencia se puede dividir en las siguientes bandas del espectro:

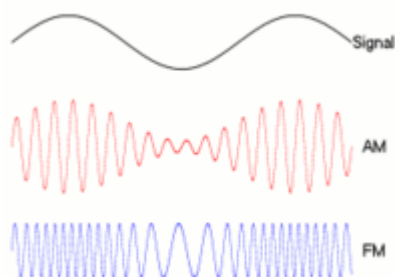
Nombre	Abreviatura inglesa	Banda <u>ITU</u>	Frecuencias	Longitud de onda
			< 3 Hz	> 100.000 km
Extra baja frecuencia Extremely low frequency	ELF	1	3-30 Hz	100.000–10.000 km
Super baja frecuencia Super low frequency	SLF	2	30-300 Hz	10.000–1.000 km
Ultra baja frecuencia Ultra low frequency	ULF	3	300–3.000 Hz	1.000–100 km
Muy baja frecuencia Very low frequency	VLF	4	3–30 kHz	100–10 km
Baja frecuencia Low frequency	LF	5	30–300 kHz	10–1 km
Media frecuencia Medium frequency	MF	6	300–3.000 kHz	1 km – 100 <u>m</u>

Alta frecuencia High frequency	HF	7	3–30 MHz	100–10 m
Muy alta frecuencia Very high frequency	VHF	8	30–300 MHz	10–1 m
Ultra alta frecuencia Ultra high frequency	UHF	9	300–3.000 MHz	1 m – 100 mm
Super alta frecuencia Super high frequency	SHF	10	3-30 GHz	100–10 mm
Extra alta frecuencia Extremely high frequency	EHF	11	30-300 GHz	10–1 mm
			> 300 GHz	< 1 mm

A partir de 1 GHz las bandas entran dentro del espectro de las microondas. Por encima de 300 GHz la absorción de la radiación electromagnética por la atmósfera terrestre es tan alta que la atmósfera se vuelve opaca a ella, hasta que, en los denominados rangos de frecuencia infrarrojos y ópticos, vuelve de nuevo a ser transparente.

Las bandas ELF, SLF, ULF y VLF comparten el espectro de la AF (audiofrecuencia), que se encuentra entre 20 y 20.000 Hz aproximadamente. Sin embargo, éstas se tratan de ondas de presión, como el sonido, por lo que se desplazan a la velocidad del sonido sobre un medio material. Mientras que las ondas de radiofrecuencia, al ser ondas electromagnéticas, se desplazan a la velocidad de la luz y sin necesidad de un medio material.

4.5.1 Radiocomunicaciones



Sistemas de radio AM y FM.

Aunque se emplea la palabra *radio*, las transmisiones de televisión, radio, radar y telefonía móvil están incluidas en esta clase de emisiones de radiofrecuencia. Otros usos son audio, vídeo, radionavegación, servicios de emergencia y transmisión de datos por radio digital; tanto en el ámbito civil como militar. También son usadas por los radioaficionados.

4.5.2 Radioastronomía

Muchos de los objetos astronómicos emiten en radiofrecuencia. En algunos casos en rangos anchos y en otros casos centrados en una frecuencia que se corresponde con una línea espectral, por ejemplo:

- Línea de HI o hidrógeno atómico. Centrada en 1,4204058 GHz.
- Línea de CO (transición rotacional 1-0) asociada al hidrógeno molecular. Centrada en 115,271 GHz.

4.5.3 Radar

El radar es un sistema que usa ondas electromagnéticas para medir distancias, altitudes, direcciones y velocidades de objetos estáticos o móviles como aeronaves, barcos, vehículos motorizados, formaciones meteorológicas y el propio terreno. Su funcionamiento se basa en emitir un impulso de radio, que se refleja en el objetivo y se recibe típicamente en la misma posición del emisor. A partir de este "eco" se puede extraer gran cantidad de información. El uso de ondas electromagnéticas permite detectar objetos más allá del rango de otro tipo de emisiones. Entre sus ámbitos de aplicación se incluyen la meteorología, el control del tráfico aéreo y terrestre y gran variedad de usos militares.

4.5.4 Resonancia magnética nuclear

La RMN estudia los núcleos atómicos al alinearlos a un campo magnético constante para posteriormente perturbar este alineamiento con el uso



de un campo magnético alterno, de orientación ortogonal. La resultante de esta perturbación es una diferencia de energía que se evidencia al ser excitados dichos átomos por radiación electromagnética de la misma frecuencia. Estas frecuencias corresponden típicamente al intervalo de radiofrecuencias del espectro electromagnético. Esta es la absorción de resonancia que se detecta en las distintas técnicas de RMN.

4.5.5 Curiosidades

Los campos electromagnéticos naturales son más fuertes en frecuencias inferiores al límite de 100 kHz. El campo eléctrico estático de la tierra alcanza valores de 100 V/m en condiciones de buen tiempo en la capa de aire próxima al suelo. La presencia de nubes de tormenta incrementa la tensión del campo y las descargas eléctricas naturales producen una radiación de banda ancha centrada en los 10 kHz. En la gama de RF y microondas recibimos radiación del sol y las estrellas pero en magnitud de 10 pW/cm²

La densidad de potencia de las fuentes naturales cae no linealmente con la frecuencia hasta valores inferiores a 10-22 uW/cm².MHz sobre los 10 MHz, siendo la irradiancia más alta en la noche que durante el día.



4.6 MEDICIÓN DE TEMPERATURA, DISPOSITIVOS DE CONTROL DE TEMPERATURA

4.6.1 Controles de temperatura de lazo simple

Este tipo de control es un instrumento que compara la señal del sensor, la compara con una señal interna deseada (se llama a este punto setpoint) y ajusta la salida del dispositivo calefactor para mantener, tan cerca como sea posible, el equilibrio entre la temperatura medida y la temperatura deseada. Aquí la frase clave es “tan cerca como sea posible”. Existen varios métodos de control para conseguir esto. Trataremos de explicar brevemente los más comunes.

4.6.2 Control SI-NO

La selección del control de temperatura correcta para una aplicación dada, depende del grado de control requerido por la aplicación. La solución más simple que puede necesitar una aplicación dada puede solucionarse con lo que se llama control síno (on-off). El control sí-no trabaja como el termostato del hogar, o sea la salida del control es 100 % sí o 100 % no. La sensibilidad del control síno (también llamado “histéresis” o “banda muerta”) se diseña de modo que la salida no cambie de sí a no demasiado rápido. Si el rango de histéresis es muy angosto, habrá una conmutación demasiado rápida que se conoce como traqueteo. Este traqueteo hace que los contactos de los contactores y elementos calefactores tengan una vida más corta. Entonces la histéresis deberá ajustarse de modo que haya un retardo suficiente entre los modos “sí” y “no”. Debido a la necesidad de esta histéresis habrá siempre lo que se llama “overshoot” y “undershoot”. El “overshoot” es la magnitud en que la temperatura rebasa a la del setpoint, el “undershoot” es lo contrario. Vea la figura 1a. Debido a la histéresis necesaria, esta oscilación de temperatura estará siempre presente, la magnitud de esta oscilación dependerá de las características del sistema térmico en cuestión.

4.6.3 Proporcional en el tiempo

Hay procesos que necesitan un control más preciso que la que puede dar el sistema sí-no. Un control proporcional en el tiempo, trabaja de la misma manera como el control sí-no mientras la temperatura del proceso está por debajo de lo que se llama la banda proporcional. Esta banda proporcional es el lugar debajo del setpoint en el cual el control proporcional comienza a actuar o sea que la proporción entre sí y no comienza a cambiar. En la parte baja de la banda proporcional, el tiempo sí es mucho mayor que el tiempo no. A medida que la temperatura se aproxima al setpoint, el tiempo sí disminuye y el tiempo no aumenta. Esto cambia la potencia efectiva y ocasiona una disminución en la

velocidad a la cual la temperatura del proceso aumenta. Esta acción continúa ya que se estabiliza en algún lugar debajo del setpoint. En este punto se obtiene el control. Esta diferencia entre el punto de control y el setpoint se llama “droop” (caída). (Figura 1b).

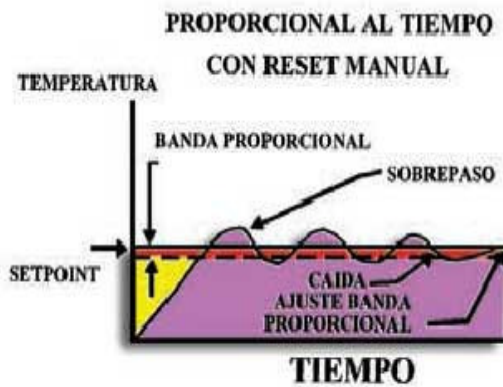


Figura 1a

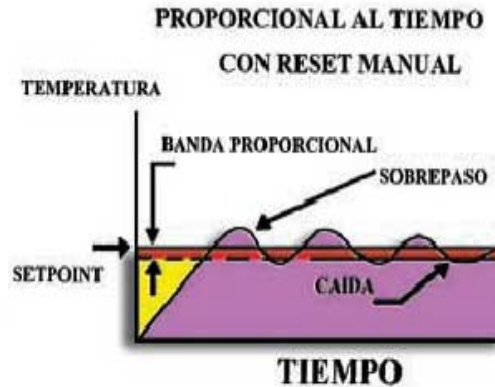


Figura 1b

4.6.4 Acción integral

Si la caída en el control proporcional en el tiempo, no se puede tolerar en un proceso, se debe agregar la función integral de control. La función integral que se encuentra en los controladores de corte automático emplea un algoritmo matemático para calcular la magnitud de la caída y luego ajustar la salida para cortar el control y llevarlo más cerca del setpoint.

Esta acción de corte automático tiene efecto solamente dentro de la banda proporcional. Si esta acción se efectúa fuera de la banda proporcional el sistema se hace inestable. Los controles integrales están preparados para impedir este efecto.

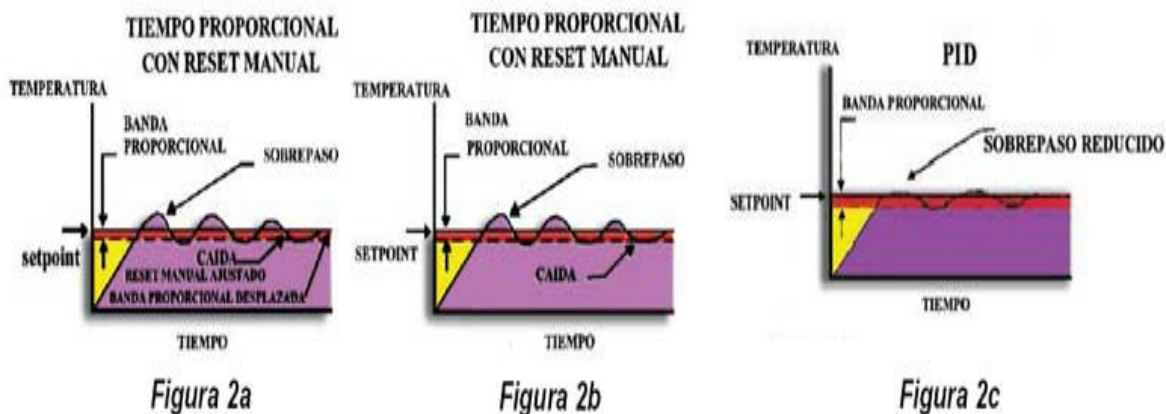
En muchos controles que no tienen control automático se sustituye esta función por un potenciómetro que ajusta manualmente a la banda proporcional. Vea las Figs. 2a y 2b.

4.6.5 Derivado

El sobrepaso de temperatura es cuando el proceso, durante su ciclado, sobrepasa el setpoint. Este sobrepaso puede ser pequeño e insignificante o lo bastante grande como para causar problemas con el proceso. El sobrepaso puede ser perjudicial en muchos procesos por lo que debe ser evitado.

En todos los tipos de controles considerados hasta ahora tienen sobrepaso. La función derivada puede usarse en estos casos para prevenir el exceso de temperatura. La función derivada anticipa con qué rapidez se llega al setpoint. Hace esto midiendo la velocidad de cambio de la temperatura del proceso y forzando al control a entrar antes en una acción proporcional disminuyendo la velocidad del cambio de la temperatura del proceso. Esto resulta en una temperatura que entra al setpoint en forma suave y así previene un sobrepaso excesivo al inicio del proceso o cuando el sistema cambia, por ejemplo, cuando la carga cambia o por la apertura de la puerta del horno tiene lugar.

Por lo común, el control más exacto es aquel que es proporcional, tiene control automático y es derivado. Este tipo de control se conoce como PID (Proporcional, Integral, Derivado). Observe la figura 2c.



4.6.6 Ajustes de los sistemas de control

CONTROLES SÍ-NO

El ajuste de los sistemas sí-no consiste en el ajuste de la histéresis variando los puntos en los cuales el control se hace “sí” o “no”.



PID

Proporcional (P), Proporcional más integral (PI) y Proporcional más integral más derivado (PID)

Existen varios métodos para el ajuste de estos tipos de controles. La mayoría requiere una considerable cantidad de paciencia por parte del técnico. El que sigue es uno de esos métodos.

El primer paso es el ajuste de la banda proporcional. Si el controlador tiene ajustes para la parte integral y derivada, habrá que ponerlos en cero. El ajuste de la banda proporcional selecciona la velocidad de respuesta (a veces llamada ganancia) que necesita un control proporcional para conseguir la estabilidad del sistema.

La banda proporcional debe ser más ancha, en grados, que las oscilaciones normales del sistema, pero no demasiado ancha como para amortiguar la respuesta del sistema. Comience con la banda proporcional lo más angosta posible. Si existen oscilaciones se debe aumentar la banda proporcional en pequeños incrementos, esperando cada vez varios minutos para que el sistema se estabilice, hasta el punto en el cual la caída comienza a aumentar. En este punto las variables del proceso deberán estar en un estado de equilibrio en algún punto por debajo del setpoint.

El paso siguiente es el ajuste de la acción integral o de reset. Si el control tiene un ajuste manual, se lo ajusta hasta que la caída del proceso se ha eliminado. El problema con el ajuste manual es que cada vez que se cambia el setpoint de valor, posiblemente tengamos una caída otra vez y haya que ajustarlo nuevamente.

Si el control tiene reset automático, se ajusta el mismo a su inicio de modo que halla el mínimo número de repeticiones por minuto para permitir el equilibrio del sistema. En otras palabras se ajusta el auto reset en pequeños pasos, permitiendo que el sistema se equilibre después de cada paso, hasta que empiecen pequeñas oscilaciones. Luego se retrocede con el ajuste hasta que las oscilaciones se detengan y se restablezca el equilibrio. En este punto el sistema se ajustará automáticamente para los errores de caída.

El último parámetro de control para ajustar es la función derivada. Siempre se debe ajustar esta función a lo último. Si este ajuste se hace antes del reset, éste se irá de límites, y habrá que comenzar todo el proceso nuevamente.

La función del ajuste derivado es reducir en todo lo posible cualquier sobrepaso de temperatura. El ajuste derivado es uno basado en el tiempo medido en minutos sintonizado para trabajar con el tiempo de respuesta del conjunto del sistema.



El ajuste inicial deberá ser la mínima cantidad de minutos posible. Se aumenta el ajuste en muy pequeños incrementos. Después de cada ajuste se debe esperar hasta que se equilibre. Luego se incrementa el setpoint en una magnitud moderada. Vigile la acción del control cuando se llega al setpoint. Si existe un sobrepaso, se aumenta la acción derivada en una pequeña cantidad y se repite el procedimiento hasta que el sobrepaso se elimina. Algunas veces el sistema se hace lento y nunca llega al setpoint. Si esto ocurre, disminuya el ajuste derivado hasta que el proceso llega al setpoint.

AUTOAJUSTE

El ajuste de todos los parámetros de control no es simple. La tecnología moderna ha permitido el desarrollo del autoajuste. La mayoría de los fabricantes ofrecen controles de temperatura de simple lazo con la opción del ajuste de parámetros en forma automática, lo que elimina los inconvenientes del ajuste manual. La mayoría operan sobre un sistema analizando el ciclo de comienzo desde el inicio hasta que llega al setpoint. Luego, aprendiendo de la respuesta característica del primer ciclo, se ajusta a sí mismo en forma óptima de acuerdo a la información del primer ciclo. La función de auto ajuste continúa aprendiendo de los ciclos subsiguientes y reajusta los parámetros hasta que se consigue un control PID óptimo.

4.6.7 Registro

En muchas aplicaciones es, a menudo, registrar la temperatura en forma permanente, ya sea por requerimientos gubernamentales, requisitos de fabricación, o simplemente como archivo para el análisis posterior de la marcha del proceso de fabricación.

La colección de datos en la industria, varía entre sistemas DCS (Distributed Control System) que ejerce tanto la función de registro y de control en forma simultánea en muchos puntos del proceso a sistemas manuales simples.

Otra forma común de grabar datos desde los sensores de temperatura es por medio de registradores gráficos. Estos se emplean desde hace mucho y aún tienen aplicación hoy en día. Los registradores gráficos de papel redondos toman la señal de una termocupla y de una termorresistencia directamente o señales de proceso analógicos desde los sensores usando transmisores. La ventaja de los registradores redondos es que las cartas están graduadas en períodos de tiempo exactos para aquellos que requieren registros por día, semana u hora. Los registradores de cinta, por otra parte, tienen la posibilidad de atender muchas más entradas y leerlas en forma consecutiva y luego imprimirlas. Muchos de los registradores de hoy en día son los llamados “híbridos”. Estos registradores ofrecen muchas más funciones y habilidades que el registrador normal no tiene.

Estos registradores híbridos tienen, entre otras, la posibilidad de grabar cada parámetro en distintos colores. Esto es importante ya que permite una fácil identificación de los puntos que el técnico está tratando de leer. También se proveen funciones adicionales tales como salidas para alarma, cambio del color de la impresión en condiciones de alarma, autodiagnóstico, etc.

Los equipos basados en computadoras son programables y pueden configurarse de modo de satisfacer cualquier necesidad

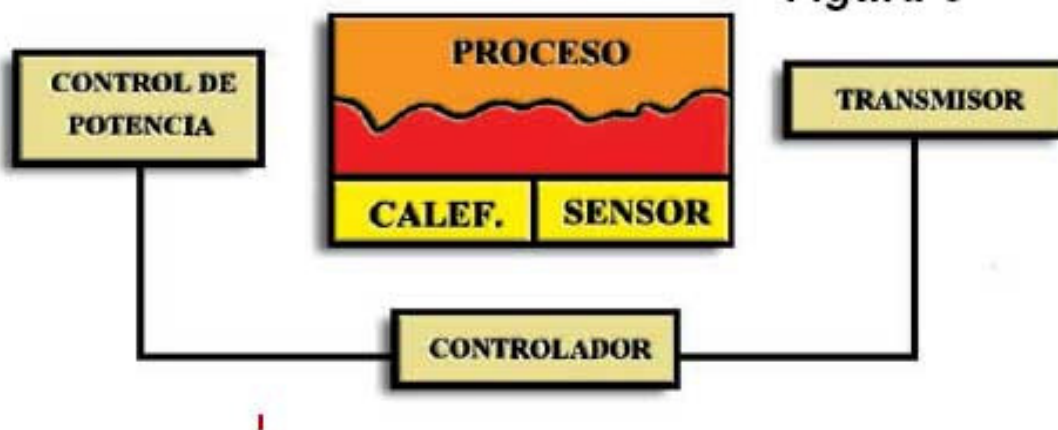
4.6.8 Dispositivos de control final

Hasta ahora hemos discutido brevemente a los sensores de temperatura, a los transmisores de temperatura, controles y registradores y grabadores. Otra área que merece nuestra atención en la discusión de temperatura y en la aplicación de su instrumentación, es la de los dispositivos de control final.

Para completar el lazo en un sistema de control de temperatura de lazo cerrado (figura 6), debe tener algún dispositivo que toma la salida del instrumento de control y lo convierte en producción de calor o frío.

CONTROL DE TEMPERATURA A LAZO CERRADO

Figura 6



Para el calentamiento eléctrico en la industria, normalmente por el dispositivo final debe circular una cantidad de corriente apreciable para calentar un proceso grande. Estos procesos no pueden ser controlados directamente por la salida de un controlador ya que normalmente la aptitud de manejar corriente de estos controladores no pasa de 5A. El dispositivo de control final puede ir desde un simple contactor, relevador de mercurio, relevador de estado sólido y controladores de SCR (tiristores).



Los contactores electromecánicos son los dispositivos de menor costo. El problema con los contactores es que la continua conmutación del mismo, resulta en una vida relativamente corta de sus contactos. Esto resulta en frecuente reemplazos de los contactos, con el agravante de que para este reemplazo muchas veces hay que detener el proceso, lo que provoca pérdidas adicionales. En los relevadores a desplazamiento de mercurio, la ventaja es que están sellados por lo que no existe, o casi, producción de chispas cuando los contactos se cierran, debido al desplazamiento del mercurio. No obstante, el mercurio ahora se encuentra en la lista de materiales peligrosos para la salud. El reemplazo de los relevadores de mercurio por relevadores de estado sólido es a menudo la respuesta. El relevador de estado sólido tiene la ventaja de no tener partes móviles que se gasten. Se seleccionan basándose en la aplicación particular. Es necesario conocer los requerimientos de la corriente de carga, también debe conocerse como se excita el relevador de estado sólido. Los hay que se disparan con CA y otros con CC. El modelo de CA puede excitarse directamente con la salida de relevador del controlador de temperatura. El modelo de CC trabaja normalmente con una señal de entre 3 y 32 voltios (de continua). Cualquier tensión en este rango hace que se cierre el circuito y toda la corriente vaya hacia la carga. Los contactores electromecánicos, de mercurio y de estado sólido tienen todos una cosa en común. Ellos conectan la potencia a la carga ya sea en total o en cero. El control verdaderamente proporcional requiere lo que se llama típicamente “control de potencia”. Este dispositivo se cumple empleando un rectificador controlado de silicio (SCR) el que puede dispararse de distintas maneras para cumplir con los requerimientos de una aplicación específica. El controlador con SCR normalmente recibe una señal proporcional desde el controlador de temperatura (normalmente 4-20mA) y la convierte en una salida de control proporcional al elemento calefactor por medio de “Encendido por ciclos”, “encendido por tiempo fijo”, “encendido por tiempo variable” y “ángulo de encendido variable”. El encendido por ciclos proporciona una señal al calefactor mediante la conexión por un determinado número de ciclos y el apagado por otro número de ciclos. La proporción entre sí y no depende de la señal de comando desde el controlador de temperatura. Si la salida del controlador de 4-20mA es, por ejemplo, de 12mA, luego el controlador estará sí durante 30 ciclos y no durante 30 ciclos. Con controles variables en el tiempo, los tiempos sí y no son aún proporcionales a la señal de control, pero la base de tiempo cambia en función de la demanda. Usando el ejemplo de los 12mA, usted tendría la potencia sí durante un ciclo y luego la potencia no durante otro ciclo (demanda del 50%). Si usted tiene una demanda del 20 %, la potencia estará no durante un ciclo y no durante cuatro ciclos. Una de las ventajas más grandes en estos tipos de conmutación consiste en el cruce por cero de la onda sinusoidal de línea, lo que hace al sistema virtualmente inmune a la interferencia eléctrica.

Los controladores que trabajan mediante la variación del ángulo de disparo del SCR son verdaderamente proporcionales, ya que la magnitud de la corriente que pasa por los SCR puede ser controlada. Cuando el tiristor se dispara permanece conduciendo hasta que cambia la polaridad de su ánodo (la senoide



pasa a través del punto cero). El punto de inicio de la conducción, sin embargo, puede comenzar en cualquier punto de la senoide. Por lo tanto, ya que el punto de inicio de la conducción no es cero, sino demorado dentro de la senoide, se controla la magnitud de la corriente por el SCR. Puede generar ruido de línea y ser susceptible al mismo en algunas aplicaciones.

Un par de aspectos del control por ángulo de fase hace a este tipo de control aún más interesante. Algunos tipos de calefactores eléctricos, tal como el carburo de silicio, cambian su resistencia con la temperatura de tal modo que cambios rápidos de la misma tienden a acortar su vida útil. Una disposición llamada arranque suave hace que el ángulo de disparo crezca lentamente de modo que el calentamiento de los calefactores también lo hace en forma lenta, alargando su vida útil.

Otro aspecto útil del control por ángulo de fase es la limitación de corriente. Los controladores de potencia con SCR poseen un transformador sensor de la corriente lo que impide que la circulación de corriente pase de un nivel preestablecido. Esto también alarga la vida de muchos calefactores. Aquí cabe una advertencia, si se establece un cortocircuito en los mismos, la corriente aumentará en forma excesiva, poniendo en peligro la integridad de los SCR, por esta razón se deberán incluir fusibles cuidadosamente calculados, en lo que respecta a su intensidad y a su tipo.



5. PROBLEMÁTICA A RESOLVER. NECESIDAD DEL PROYECTO

El problema principal de las instalaciones de calefacción central con gestión individual es el despilfarro de energía en los momentos en los cuales los usuarios no requieren del servicio, ya que la instalación se encuentra en todo momento lista para dar servicio, es decir, consumiendo energía para hacer frente a las pérdidas propias de la instalación en su recorrido común.

Además en el caso en que la instalación sea múltiple, es decir con un circuito de calefacción primario, que dé servicio a circuitos secundarios que a su vez darán servicio a las viviendas, las pérdidas son todavía mayores, puesto que éstas tienen relación directamente proporcional a la longitud del circuito.

Pero en la actualidad no se puede conocer exactamente a cuánto asciende este despilfarro y esto es motivado principalmente porque no existe ningún sistema de control que marque si en una vivienda se requiere o no del servicio, por lo cual las instalaciones están listas y en el momento que un vecino lo requiera, casi con carácter inmediato, dispone de calor en su casa, incluso aunque fuera tan solo un vecino el que hiciera petición del requerimiento.

No obstante, diferentes estudios indican que el consumo en función de la demanda permite una reducción de consumo real con una reducción de un promedio del 25% frente a la calefacción central, aunque con datos más o menos similares a los de la calefacción individual.

SERTECQ, gracias a su dilatada experiencia en instalaciones térmicas y concretamente de calefacción central, ha realizado un experimento previo en una instalación de calefacción central con gestión individual a demanda, formada por 100 viviendas y que tiene un consumo de 150.000 m³ de gas al año. Dado que el servicio del sistema de calefacción central con requerimiento individual 24 horas al día supone un coste importante por el consumo energético, desde SERTECQ se planteó la posibilidad de analizar la existencia de muchas horas al día en las cuales el requerimiento por parte de los vecinos es nulo o prácticamente nulo.

El experimento, consentido por la comunidad de vecinos, se realizó concretamente en la comarca de Pamplona el último invierno, con un corte de suministro energético a la instalación de calefacción en periodo nocturno, de 8 horas de duración, en los cuales no había servicio de calefacción. El resultado de esta experiencia arrojó un dato muy significativo, ya que simplemente con esa acción se consiguió una reducción de consumo energético de aproximadamente un 5%, manteniendo la calidad del confort en las viviendas. Esta reducción supone un ahorro en costes de aproximadamente 3000 Euros al año, valor que se puede traducir de manera sencilla en emisiones de CO₂ en unas 120Tm en un año, debido al consumo de unos 7000 m³ de gas.



La traducción del ensayo fue rápida y sencilla: En los periodos en los cuales la comunidad no tiene demanda, el consumo energético necesario para mantener la instalación lista para el servicio implica una importante afección medioambiental.

Gracias a los resultados de este ensayo básico, SERTECQ ha realizado igualmente un estudio de las necesidades reales de los diferentes vecinos de comunidades de vecinos tanto modernas y de comunidades de vecinos más antiguas, y gracias a ello se puede conocer que el requerimiento de servicio es en varios momentos del día, prácticamente inexistente, y de nuevo ello implica un consumo energético innecesario.

Con ello se puede llegar a afirmar que el sistema de calefacción individual puede ser una solución energéticamente eficiente, ya que únicamente requiere consumo energético cuando es necesario, pero esto también se podría lograr por medio de un sistema de calefacción central con gestión individual, aunque éste se ve penalizado por el tiempo en el que el sistema da servicio “inútilmente”, aportando una energía que se disipa en las pérdidas energéticas que la calefacción tiene en el camino de ida y vuelta de los fluidos atemperados.

Para minimizar este problema y resolver la importante necesidad energética detectada, se puede realizar una gestión de manera manual, tal y como se realizó con la prueba realizada por SERTECQ, pero esto implica el acuerdo de todos los vecinos en reunión de Comunidad, hecho que casi siempre conlleva el acuerdo de mantener el servicio 24 horas, llegando a disponer de un sistema ineficiente energéticamente.

Los sistemas de calefacción central requieren por tanto de tecnologías que sean capaces de realizar de manera inteligente una gestión energética eficiente, integrando en la calefacción central sistemas que permitan conocer el requerimiento y en función de éste, actuar de manera inteligente, aportando el servicio requerido por la comunidad. Todos estos requisitos van a ser desarrollados en este proyecto por parte de SERTECQ utilizando para ello técnicas sencillas de instalación costosa (apropiadas inicialmente para obras nuevas) o técnicas complejas de instalación sencilla que puedan ser integradas en instalaciones ya existentes, además de en las nuevas.



5.1 ESTADO DEL ARTE

Tras los estudios realizados por SERTECQ que sirvieron de base para el ensayo realizado en la urbanización formada por varios bloques de viviendas con calefacción central y gestión individual, SERTECQ se planteó la posibilidad de realizar una instalación base para estudiar los resultados, pero se dio cuenta que en la actualidad existen bastantes limitaciones técnicas que impiden la implantación de un sistema que controle todos los parámetros necesarios.

No existe ningún software de control para la gestión de las salas de calderas que tengan en cuenta las necesidades de requerimiento de cada vivienda. La inexistencia de este software implica directamente la imposibilidad de poder gestionar la preparación de la instalación para el servicio y por tanto, las instalaciones actuales o están en servicio o fuera de servicio, y siempre gobernadas por un horario de puesta en servicio y a lo sumo limitadas por la temperatura exterior.

Al no existir software de control de necesidad de servicio, tampoco existe ninguna manera de conocer si existe requerimiento o no. El sistema parece aparentemente sencillo, ya que en la actualidad y por medio de un selector conectado a un programador, el cliente gobierna la válvula de entrada a su edificio, por lo tanto sería suficiente con poder recoger el impulso de activación de ese selector que transmite a la válvula, para conocer el hecho de que una vivienda requiera servicio.

En instalaciones nuevas la conexión aparentemente no deja de ser un sistema sencillo asociado a una conexión eléctrica que conecte cada vivienda con el gestor, bien mediante conexión individual por hilo unitario o mediante un hilo único con información encriptada, aspecto que requiere de un desarrollo específico que se afrontará en el presente proyecto.

Por último y en el caso de instalaciones ya existentes, no se ha detectado en absoluto ninguna información que permita conocer la existencia de métodos que permitan transformar los sistemas de calefacción central de uso individual en sistemas más inteligentes. Esta necesidad se deberá resolver además mediante sistemas de transmisión de la información vía radio, como única manera posible de transformar estas instalaciones, para lo cual se recurrirá igualmente a la transferencia de conocimiento de otros productos y otras actividades técnicas.

En definitiva, el desarrollo del presente proyecto pretende resolver un problema notable de conocimiento y aplicación de recursos.



6. PROCESO DE DISEÑO

6.1 REQUERIMIENTOS INICIALES

La empresa SERTECQ MANTENIMIENTO INTEGRAL, S.L. a puesto su confianza en nosotros para hacer el diseño, de un termostato digital, en el cual integraremos el sistema de comunicación vía radiofrecuencia para el ahorro de energía de calefacciones centrales.

El diseño del termostato digital se tenía que adecuar a las tendencias actuales de decoración de interiores, tener un aspecto moderno y ser fácil de utilizar.

La empresa nos envió planos del selector dos posiciones que debíamos utilizar, el cual debe ir dentro de nuestro prototipo.

El emisor debía de quedar instalado correctamente dentro del termostato con las garantías de estar bien sujeto a través de unos elementos de amarre y de funcionar conjuntamente con el termostato.

Este emisor recibe la señal de la unidad gestora y por medio del software gestiona la instalación para aportar o no servicio.

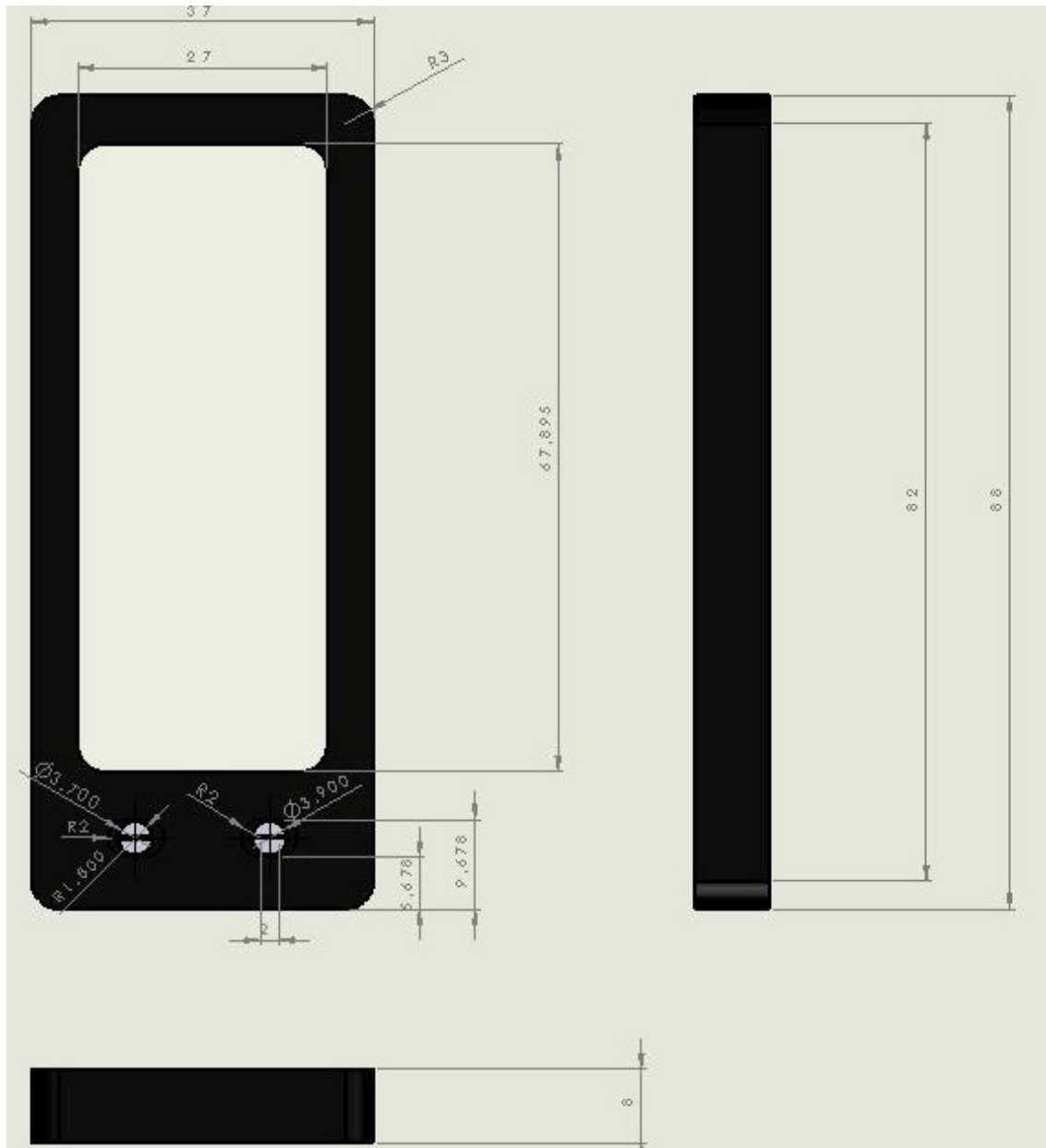
La frecuencia utilizada es de 433,92MHz. Ambos realizan sus transmisiones con un alto grado de codificación, lo que lo hace un sistema robusto frente a interferencias.

Una vez recibida esta señal, y tras la verificación de la unidad gestora la calefacción del hogar se pone en funcionamiento y ya es posible regular la temperatura deseada a través del termostato.

6.2 DISEÑO DEL PROTOTIPO

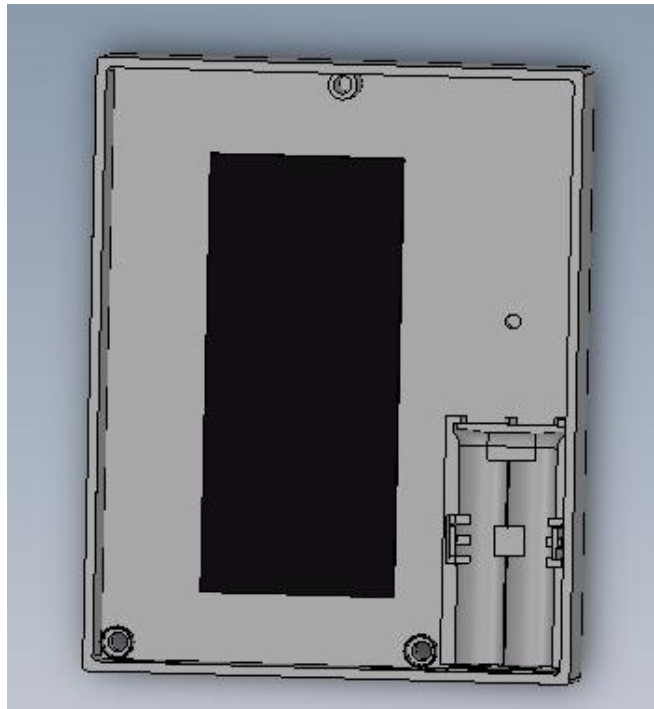
6.2.1 Posibles sujeciones del emisor

Plano emisor en mm

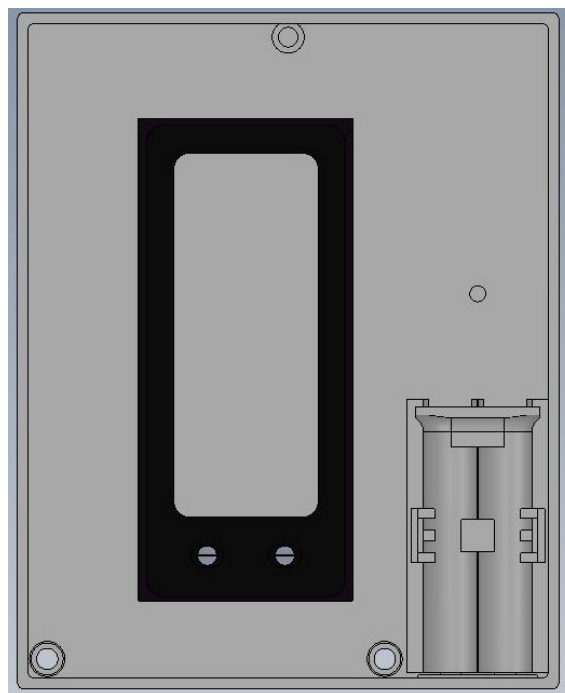


Teníamos diversas posibilidades de integrar el emisor dentro del termostato pero había que elegir la más práctica, económica y eficaz. El diseño del termostato viene condicionado por las dimensiones del emisor de radiofrecuencia y esta adaptado a él de forma eficaz y manejable.

Una de las posibilidades era sujetarlo adhesivamente con una cinta especial de espuma acrílica, de doble cara, de máxima duración y resistencia.

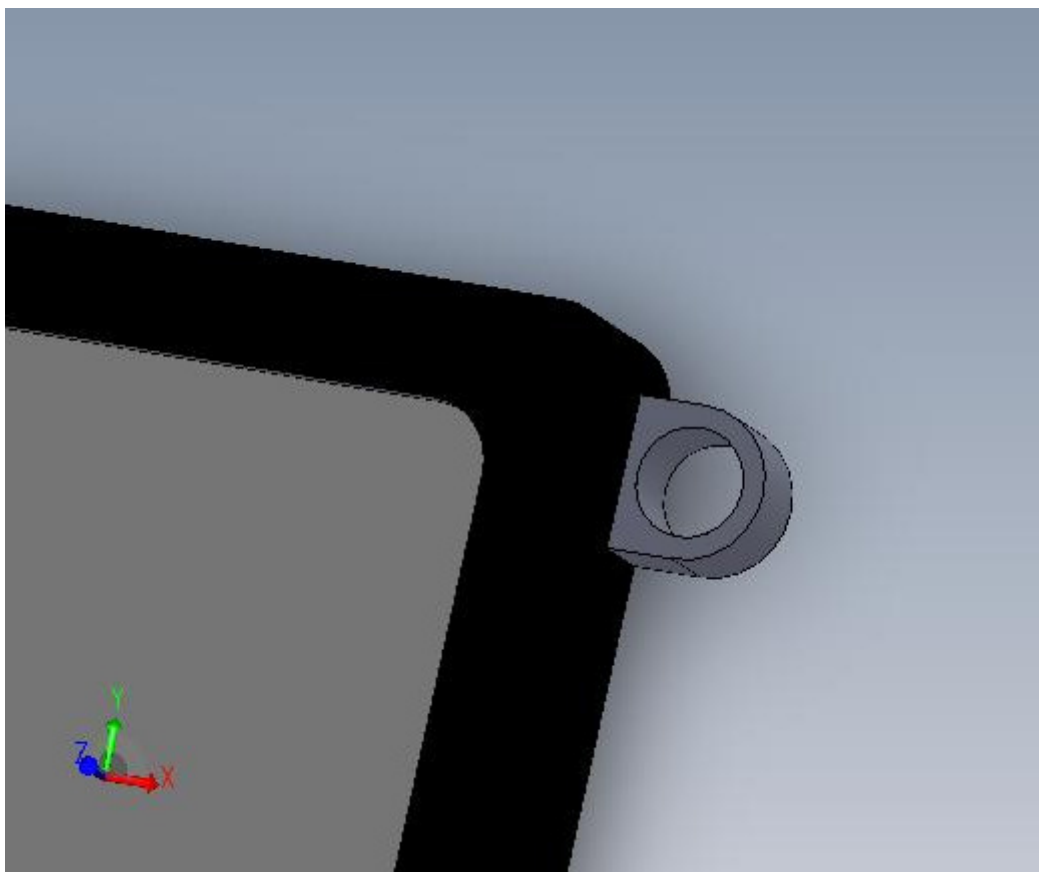


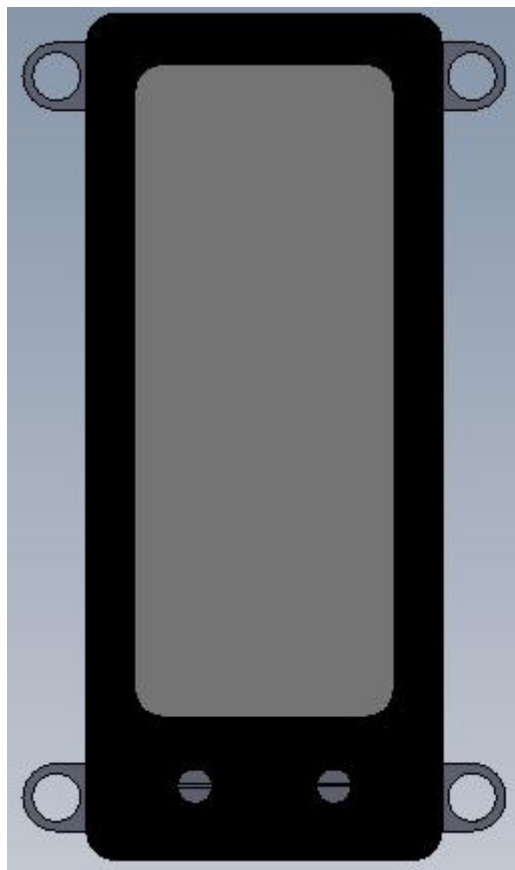
Esta se situaría en la mitad de la base de termostato, pegada a ella por la compresión vertical de un pequeño brazo mecánico lo que le daría la adherencia necesaria para durar muchos años sin estropearse ni desprenderse. Las dos caras de la cinta tienen la misma fuerza de agarre por lo que el emisor quedaría bastante bien sujeto.



El problema de esta solución era que, el peso de la pieza emisor, es demasiado grande, debido a sus dimensiones, material de fabricación y componentes electrónicos internos. Lo que podía suponer un desprendimiento del selector dos posiciones y su posterior rotura, debido a que la posición del termostato en la pared es vertical y podía sufrir cualquier desprendimiento. Además aunque la vida de la cinta adhesiva de dos caras era muy duradera con el paso del tiempo se iba a ir desgastando y necesitábamos una solución que perdurase toda la vida útil del termostato.

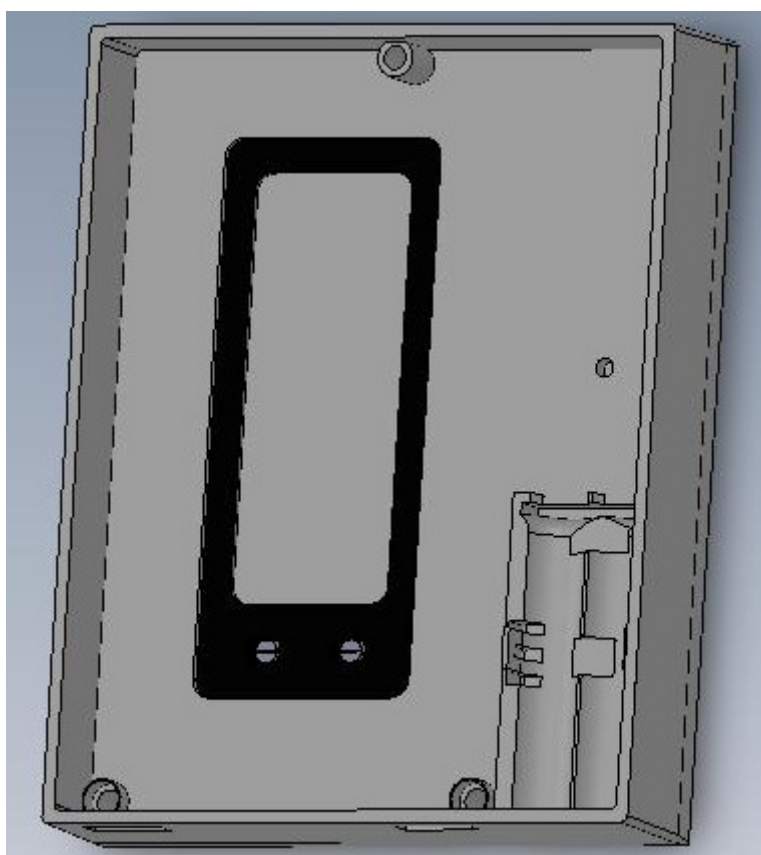
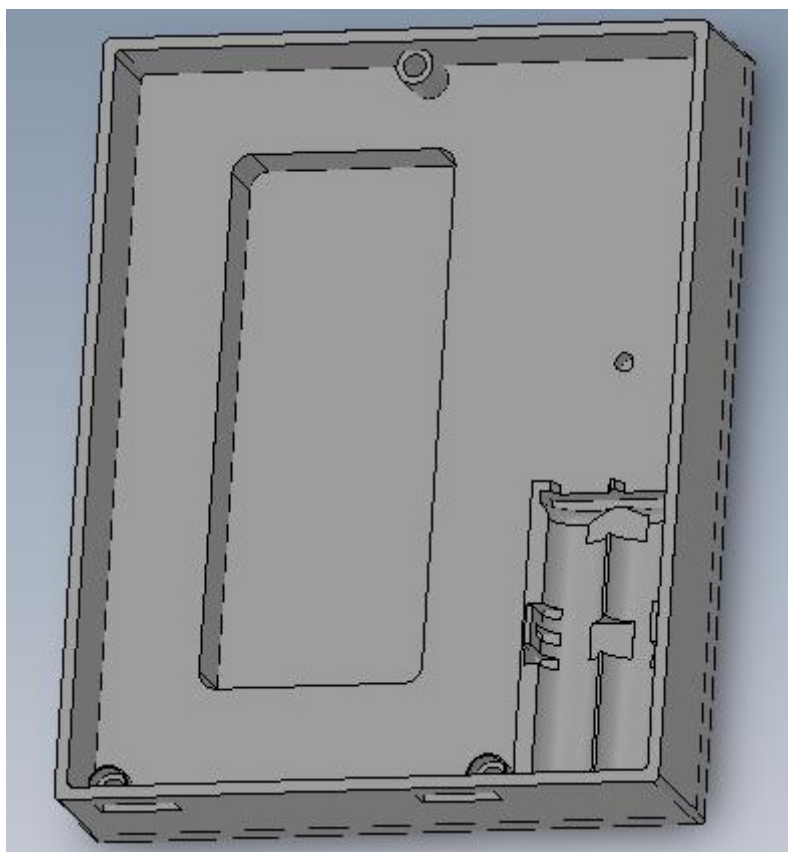
Otra de las posibilidades para sujetar el emisor dentro del termostato era diseñar y crear en su carcasa exterior cuatro pasos de tornillo para amarrarlo bien fuerte a la base, de esta forma la solución podía ser duradera y con ella la vida del emisor podría estar bien protegida.





Estéticamente esta remodelación exterior del emisor no quedaba nada mal pero podía no gustar a sus diseñadores ya que retocábamos su estructura y además, no salía rentable el proceso, ya que había que comprar diferente material, diseñarlo y ensamblarlo a una estructura ya hecha, a través de algún pegamento de máxima fijación, ya que no se podía soldar debido a que la carcasa externa del emisor de radiofrecuencia está hecha de plástico. Por todo ello esta solución se descartó por completo debido a su poca rentabilidad.

La última solución antes de conseguir la definitiva fue realizar en la base del termostato un hueco de las dimensiones del emisor para encajarlo a él a través de un cianoacrilato con resistencia a la tracción de 20N/mm lo que aseguraba al máximo su inmovilidad.



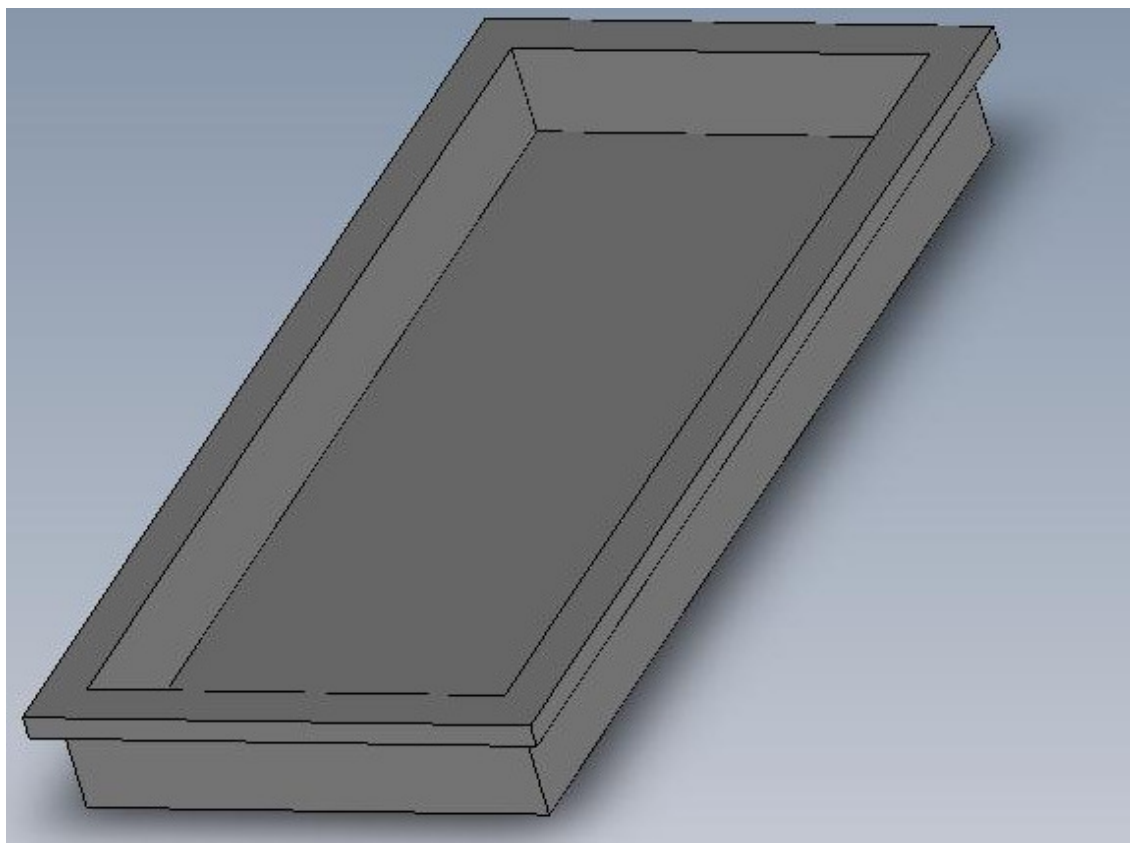
La pega de esta solución era que había que gastar mucho material en aumentar la base para poder introducir el emisor lo que suponía un alto coste en la fabricación de esta pieza, además el grosor del termostato se veía afectado y quizás resultase demasiado voluminoso y un poco antiestético para situarlo en la cocina cerca de la campana extractora.

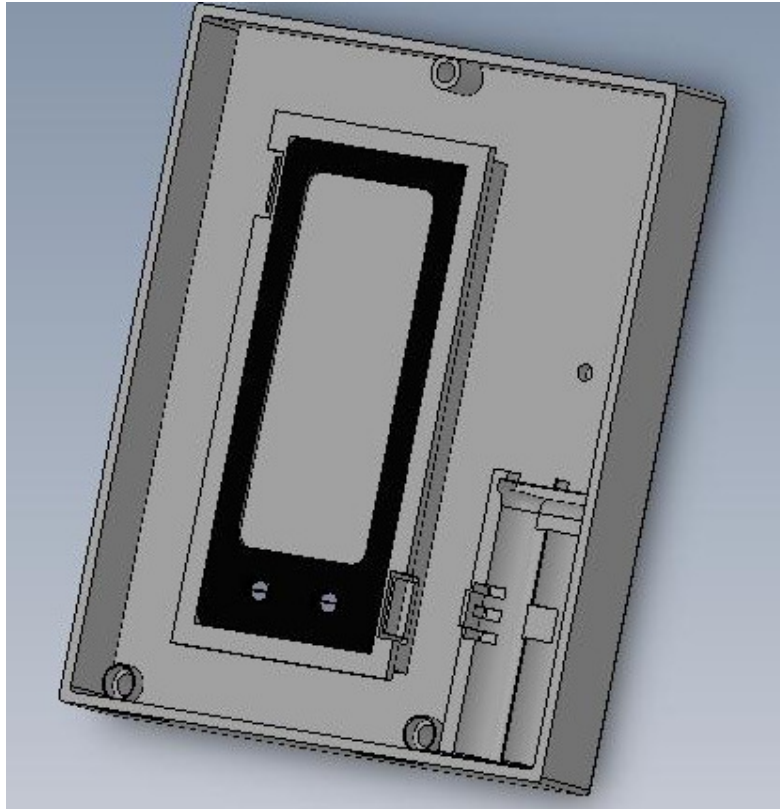
Otra de las posibles pegas era el cianocrilato, puesto que, al ser un pegamento, podían verse afectadas sus condiciones de resistencia debido a los posibles calentamientos del termostato, ya que sus mejores condiciones son a 20 grados, por lo que su fiabilidad no era del 100%.

6.2.2 Diseño del recipiente y sujeción del emisor

Definitivamente hemos optado por instalar el emisor en un recipiente de la misma geometría que este (menos las esquinas para poderlo extraer) y de pequeño espesor con lo que conseguimos un ahorro de material considerable. Tras varias pruebas realizadas optamos a la sujeción del emisor únicamente por presión, sin añadir adhesivos, ni ningún tipo de pegamento extra fuerte, ya que el dispositivo de radiofrecuencia está bien resguardado dentro del recipiente, en caso de golpes y además bien sujeto, ya que al no tener holgura la presión ejercida entre las paredes en contacto era suficiente para mantenerlo en su sitio.

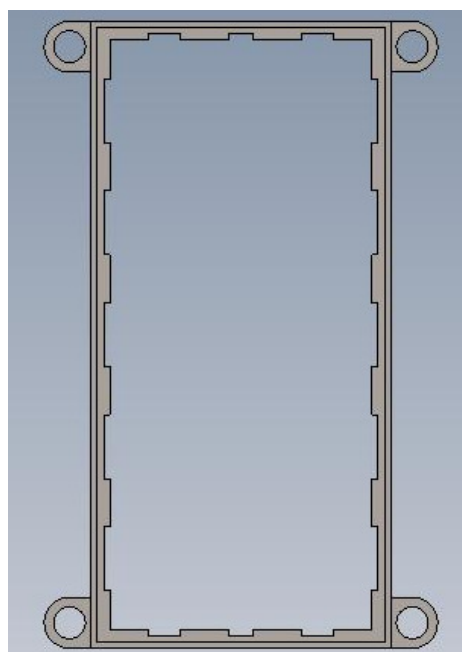
Primeramente optamos por fijar el recipiente en la base sin ningún tipo de sujeción extra.





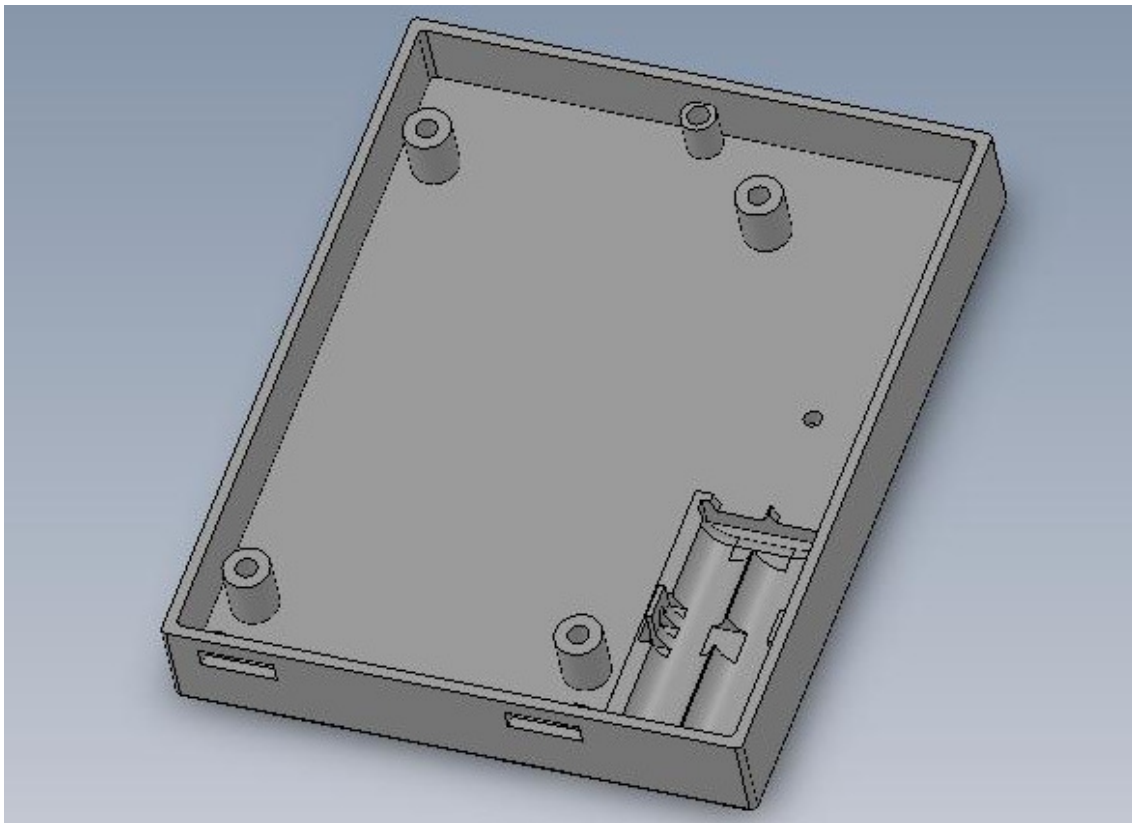
El problema de ahora era como sujetar este recipiente a la base del termostato. Otra vez teníamos que volver a la ayuda de algún tipo de material tanto líquido como sólido para ello. También cabía la opción de diseñar la base y el recipiente como una única pieza, pero se pensó en hacer un amarre de metal que estuviese sujeto a la base y agarrase el recipiente de una forma segura.

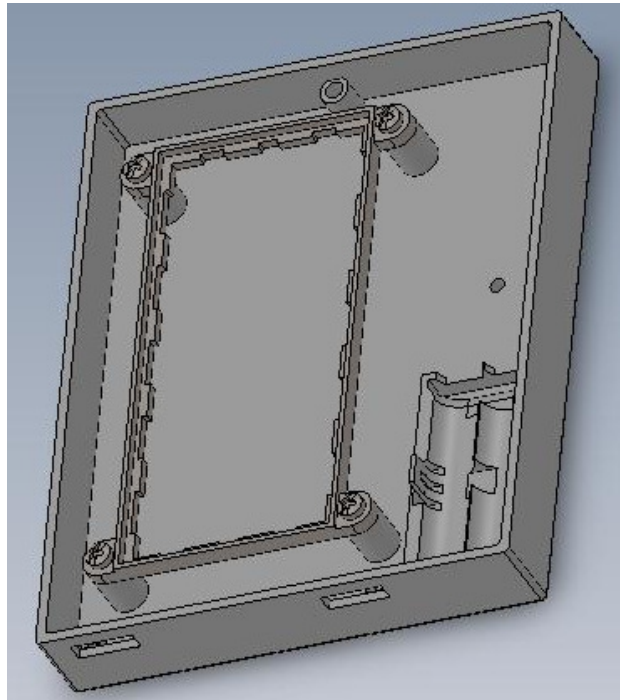
El primer diseño de la sujeción del emisor fue el siguiente



La sujeción a la base se realizaba como hemos visto anteriormente con la solución descartada del emisor, mediante los cuatro agujeros, en los que se enroscaban 4 tornillos de 3.6mm de diámetro y 9mm de rosca cosmética y de esta manera quedaba bien sujeto.

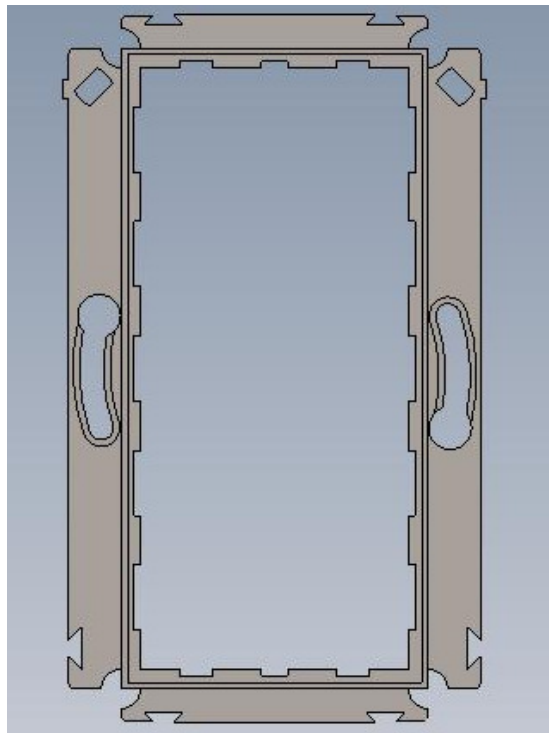
El problema ahora era que los tornillos eran demasiado grandes y su perforación transpasaba la base al completo, además el recipiente necesitaba de por si estar elevado para entrar dentro de las dimensiones del termostato, por lo que se optó por levantar 4 pilares en los que los tornillos iban a ir enroscados.





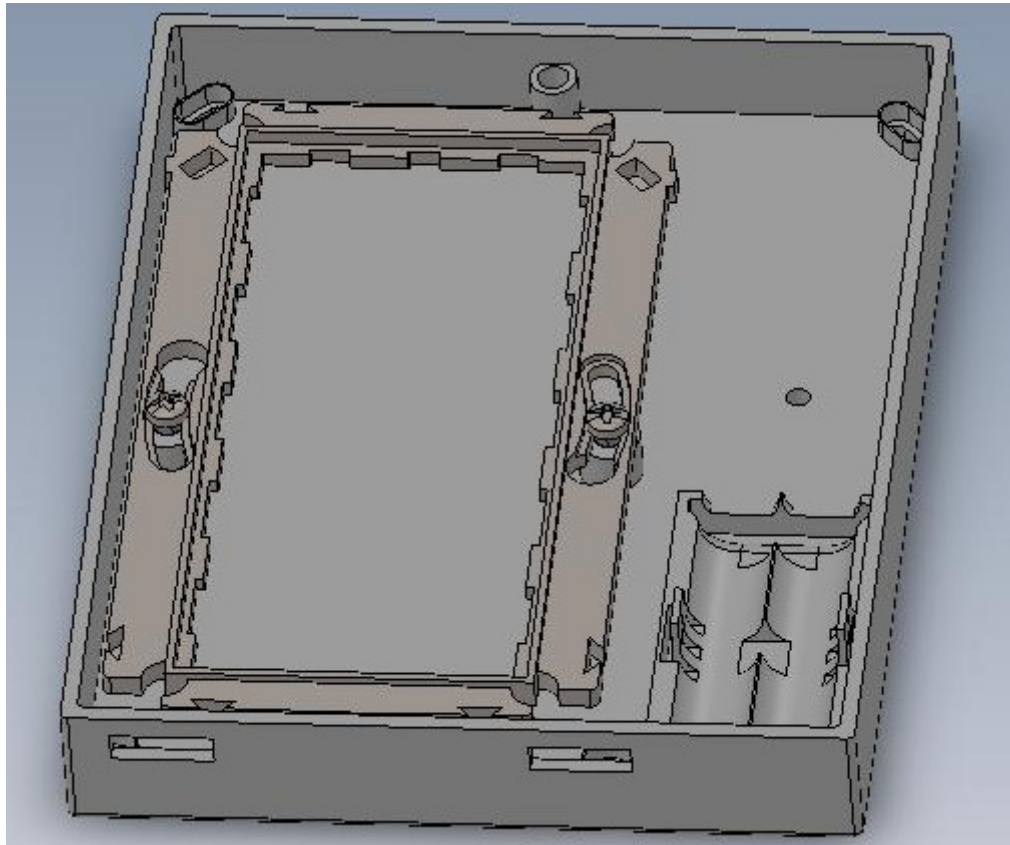
Vemos que la sujeción queda perfectamente encajada en la base del termostato a través de los cuatro tornillos, pero su diseño no nos llegó a gustar por lo que se pensó realizar una sujeción más moderna y a la vez reducir el número de tornillos que la sujetaban con lo que también quedaría reducido el número de pilares de rosca sobre la base.

El nuevo diseño quedo de la siguiente manera



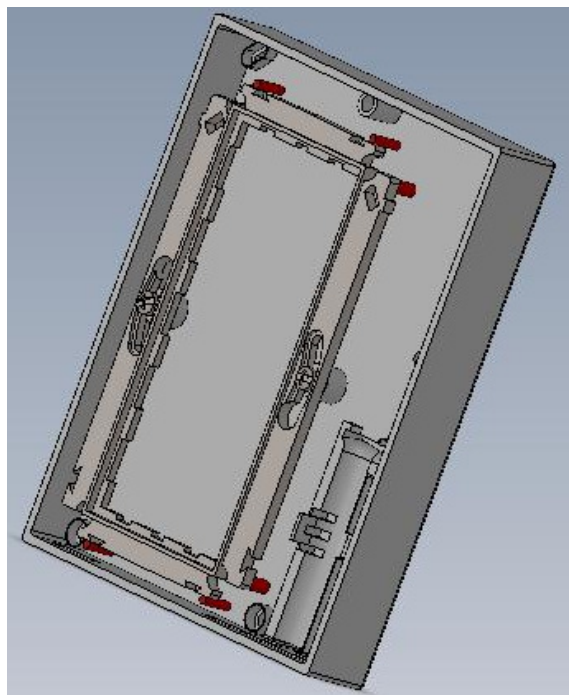
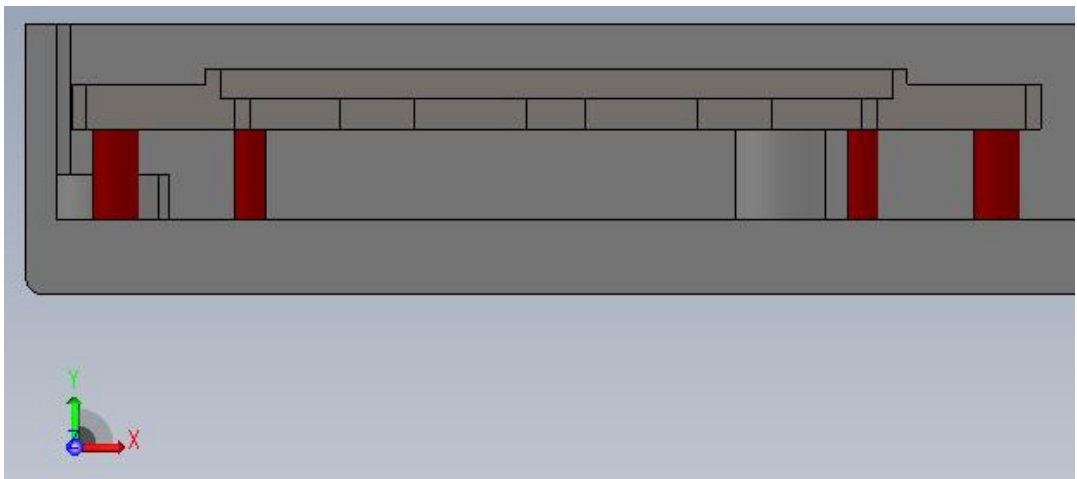
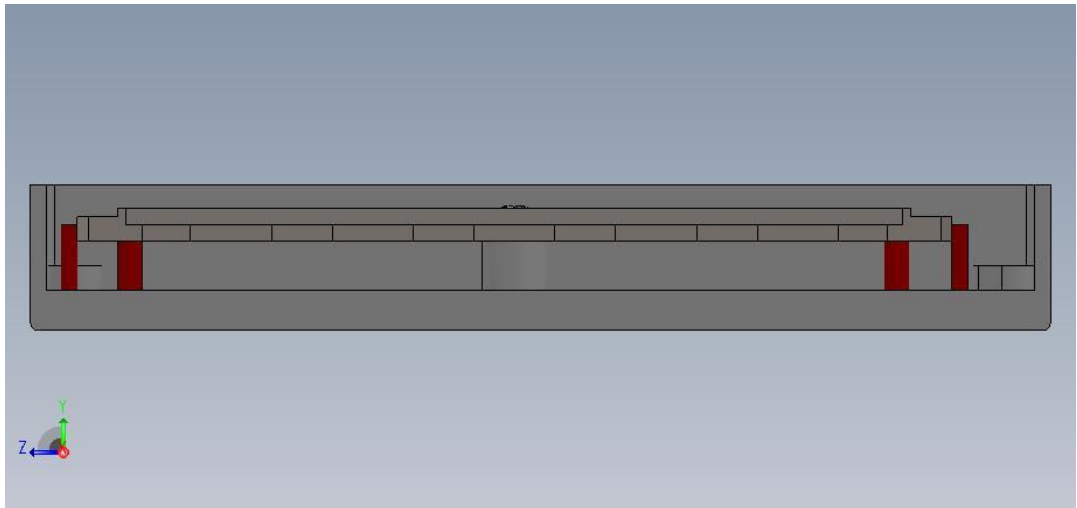
Las aletas laterales le dan un toque de elegancia a esta pieza y las dos ranuras de rosca permiten un agarre peculiar, de esta pieza sobre la base, a través de dos tornillos laterales iguales a los utilizados en la anterior sujeción descartada.

De este modo la pieza queda:



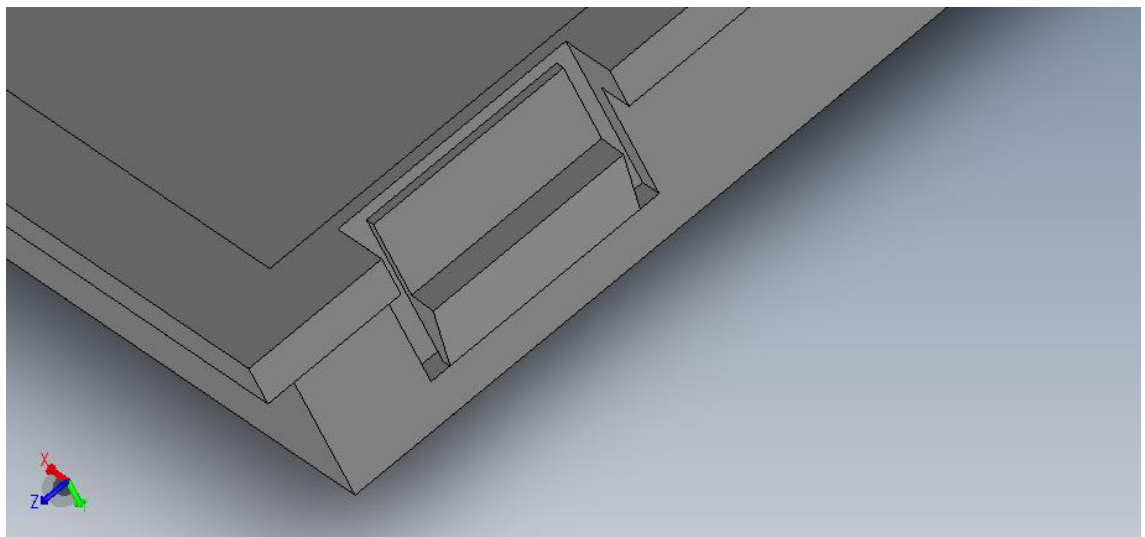
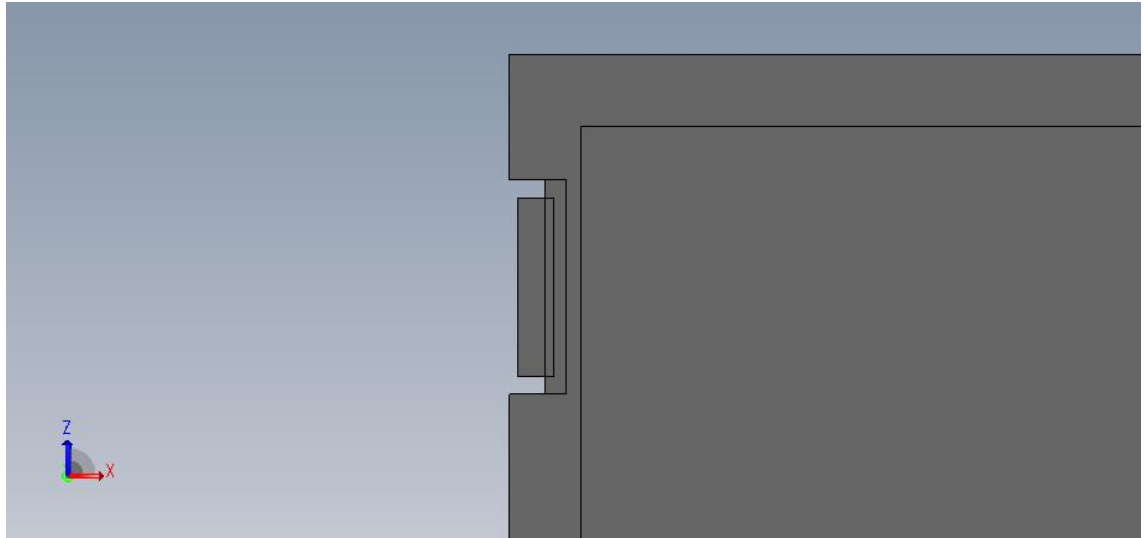
Observamos que la pieza es más estética y le da un toque de originalidad al conjunto en si. Los tornillos vemos que quedan perfectamente encajados y la única pega ahora es que la sujeción, al tener unas dimensiones tan grandes, queda un poco inestable al solo ser sujeta en la zona central, por lo que en cada esquina de la pieza y sobre la base hemos levantado 4 pilares de pequeño es diámetro para su estabilidad lateral(los más anchos y bajos) y también otros 4 pilares de forma que impiden el desplazamiento horizontal(los altos y delgados) y la sujeción queda perfectamente encajada casi sin necesidad de enroscar los tornillos.

En las siguientes vistas de sección lateral de la pieza se observa la función de estos pilares los cuales están marcados en rojo.

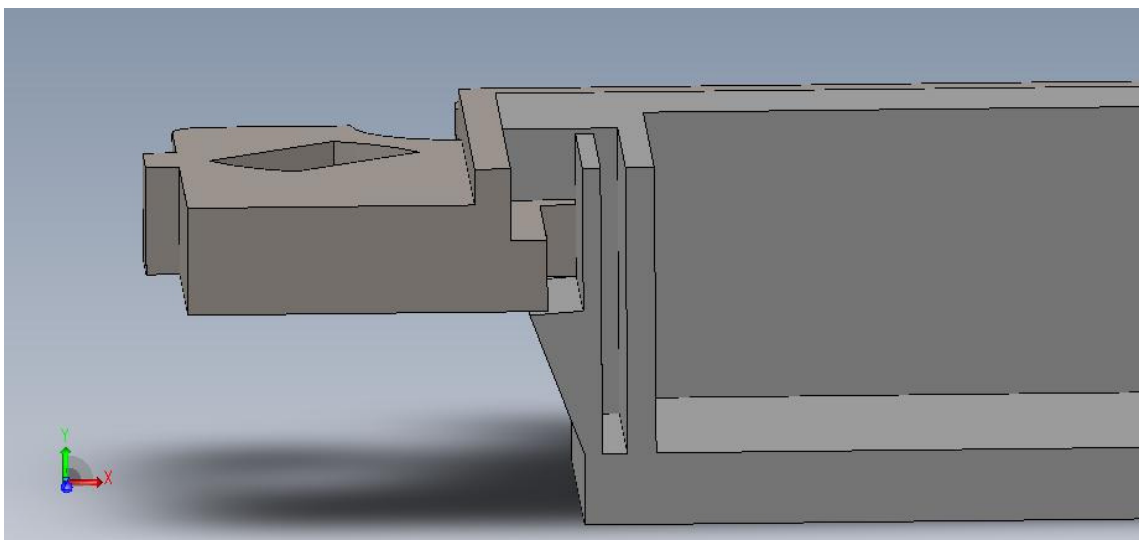
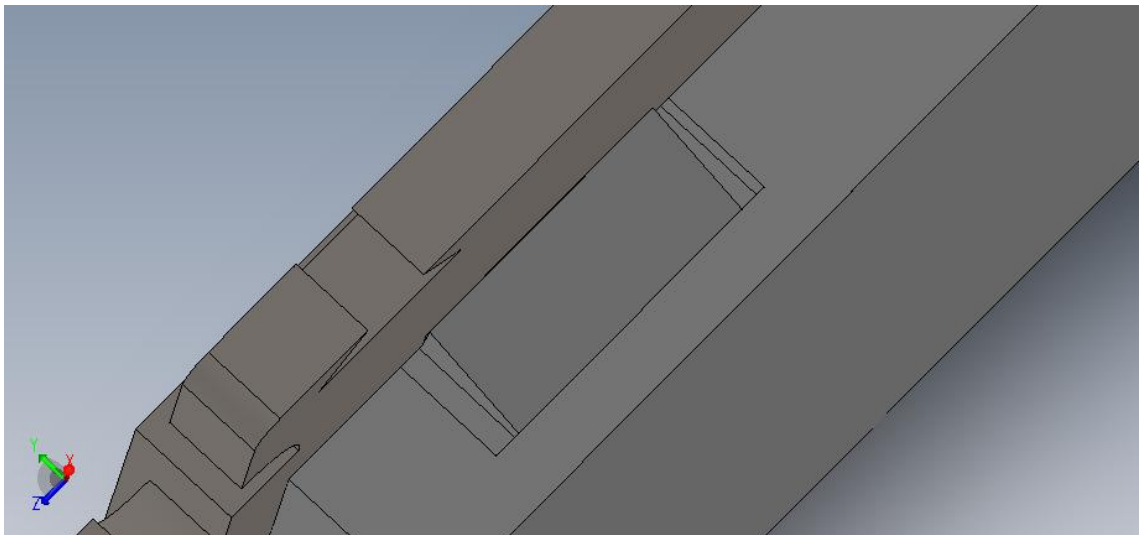
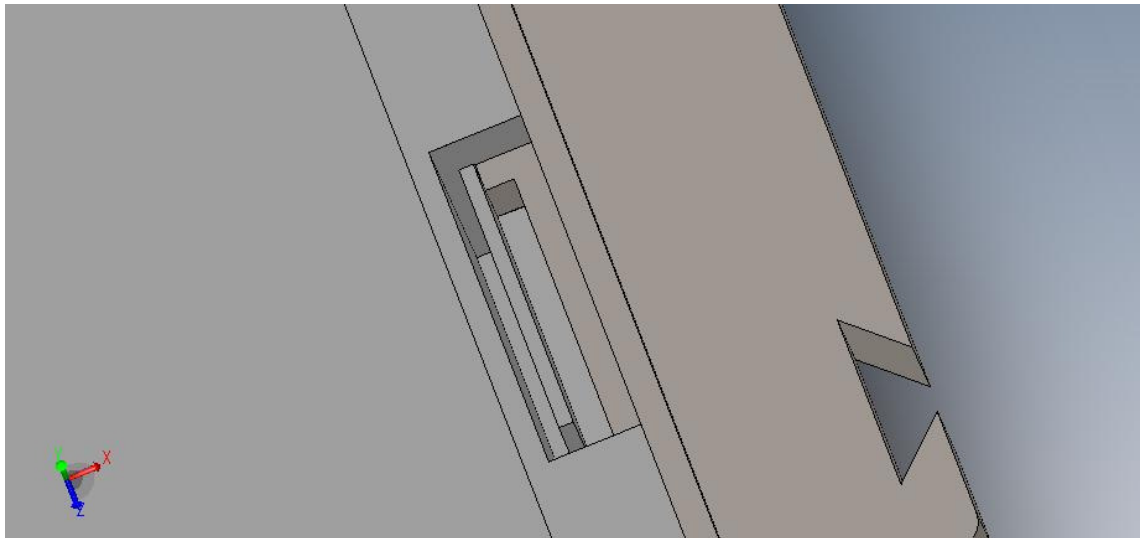


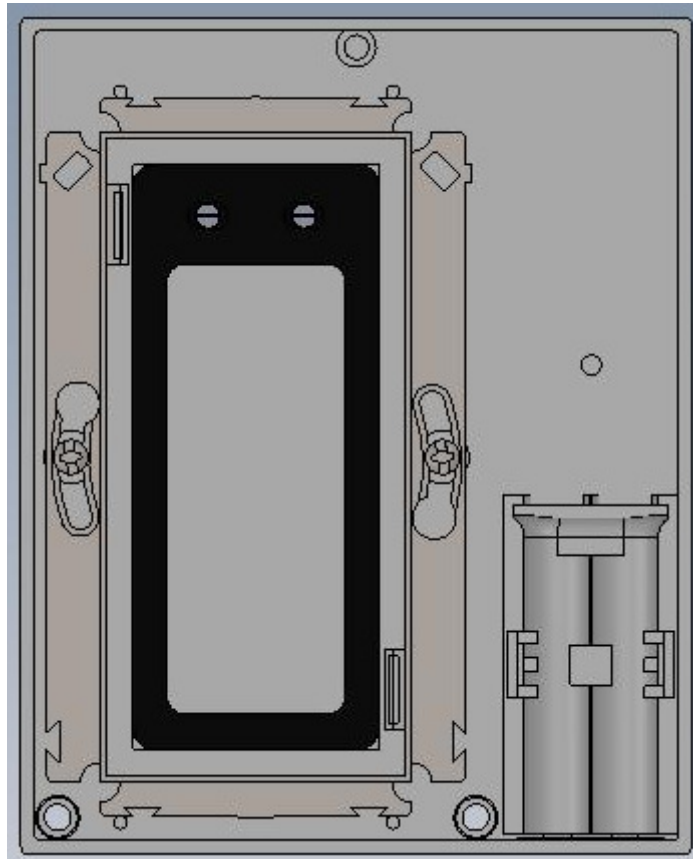
Una vez obtenida la sujeción definitiva vemos que el recipiente del emisor no encaja del todo bien en esta pieza. Observamos que la sujeción del recipiente dispone de unos dientes en su parte interna, que sirven de agarre para este, pero se necesita una solución para un perfecto encaje.

Tras varias pruebas realizamos unas pequeñas aberturas, una a cada lado, en los laterales de la pieza, con las que el agarre era perfecto ya que al introducir una pieza en otra estas aberturas se flexionaban hacia adentro y una vez superados los dientes volvían a su posición inicial sujetando la caja de manera sencilla y eficaz, quedando de la siguiente manera.



Y de forma conjunta



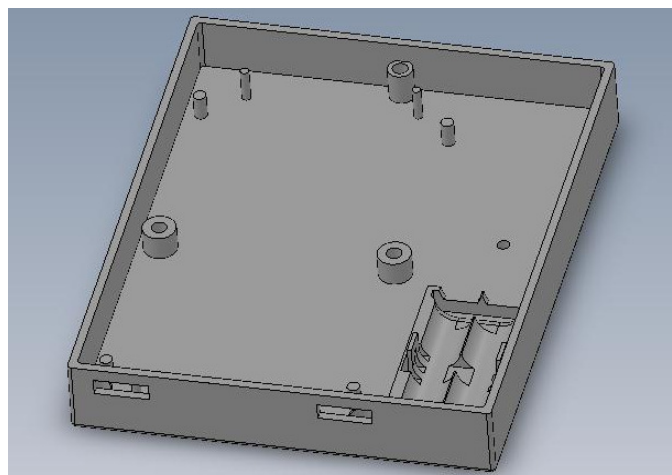


Una vez establecidas las partes de sujeción del emisor vamos a desarrollar el resto de componentes del termostato.

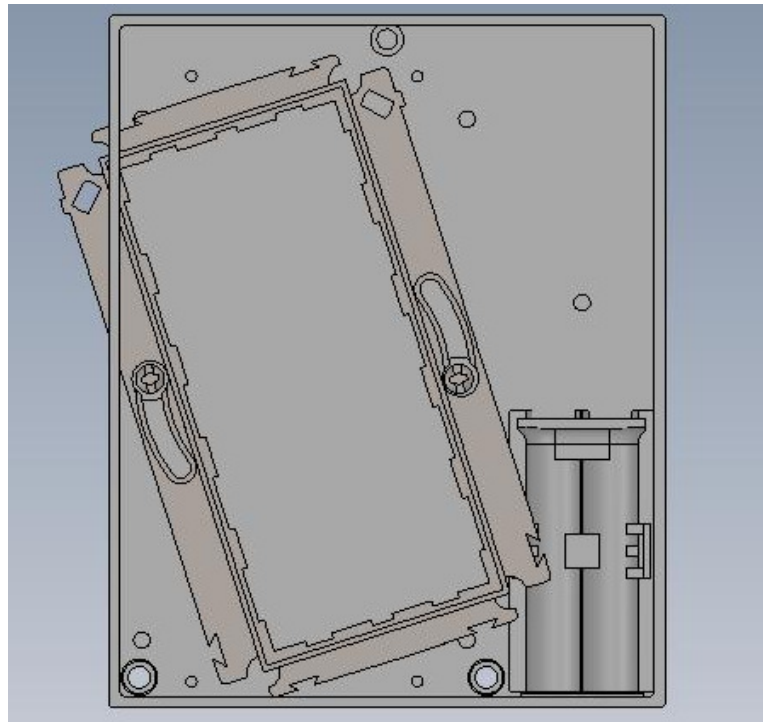
6.2.3 Diseño de la base

La primera parte en diseñar es la base del termostato, que una vez obtenidas las piezas de encaje del emisor, ya se puede recrear mentalmente las dimensiones y forma de esta.

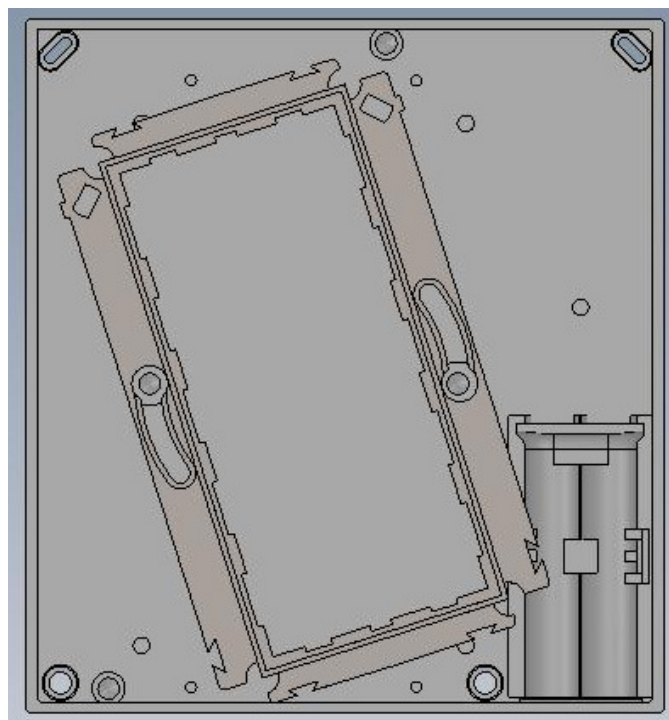
El primer diseño que ya se ha mostrado anteriormente como fondo de la sujeción fue el siguiente:



Al recrear el prototipo de la base y la sujeción en 3D nos dimos cuenta de que la sujeción del emisor no tenía la suficientemente holgura para su encaje en la base de los tornillos, ya que debido a su diseño (se debe introducir lateralmente con un ángulo de encaje), era demasiado grande para las dimensiones que disponíamos de la base.

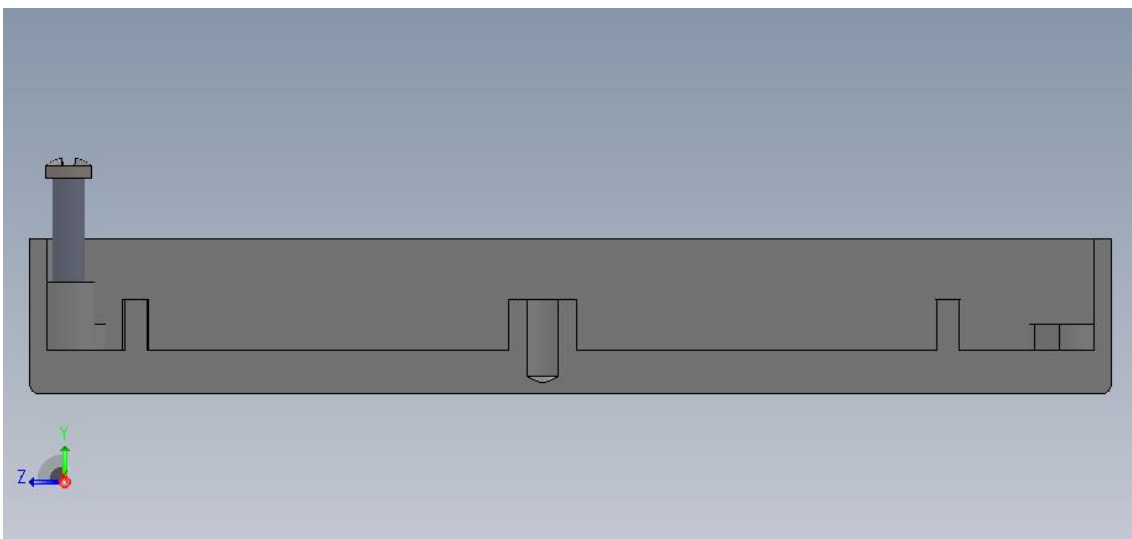
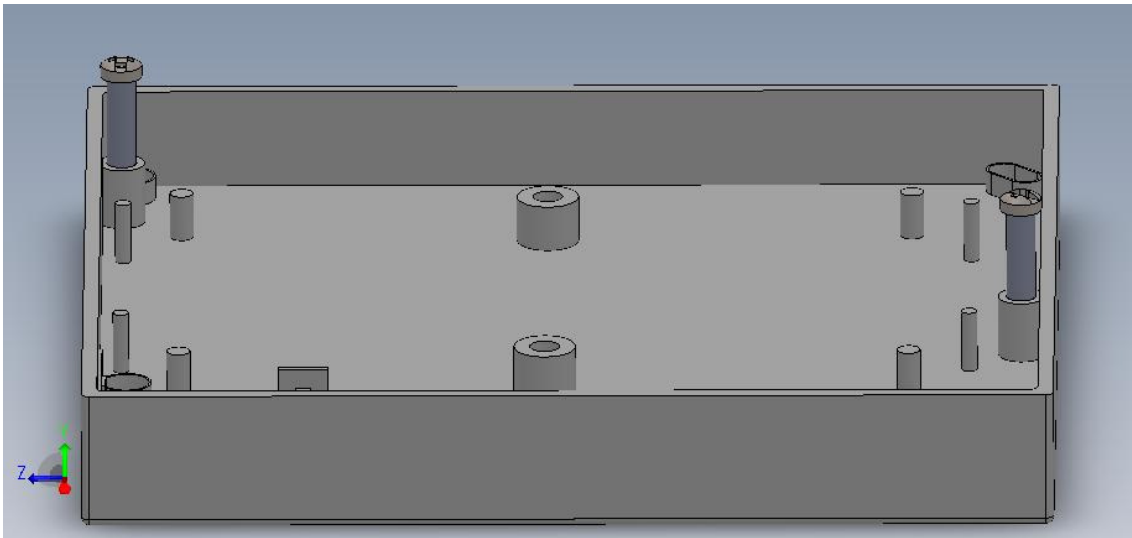


Tras ver este fallo de diseño, se amplió la base 1,5cm lateralmente para que la sujeción entrase sin problemas dentro del termostato quedando de la siguiente manera:

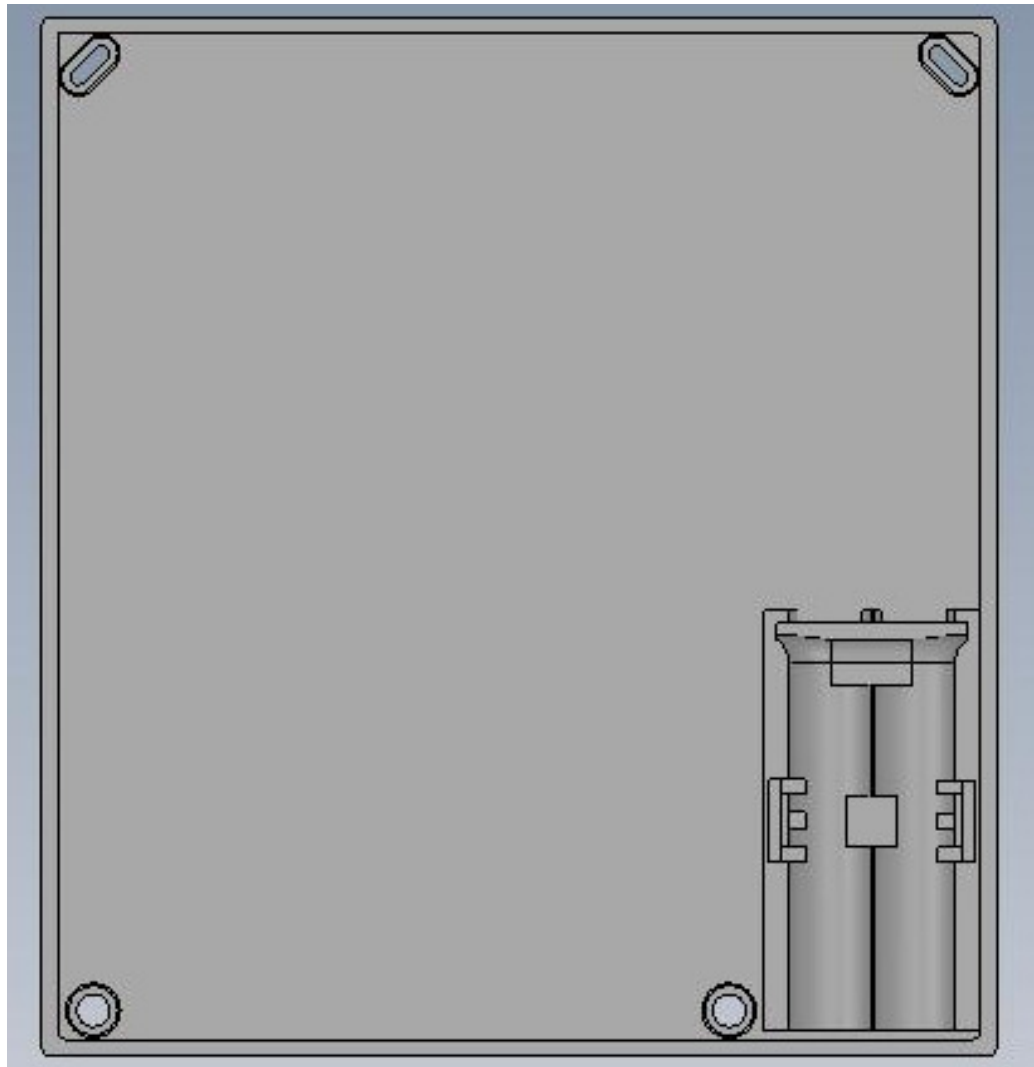


Solucionado este problema se pensó en que esta pieza encajara con el resto del termostato a través de un tornillo en la parte derecha y en la otra parte a través de unas pestañas de sujeción las cuales estarían en la parte superior del conjunto, es decir, en la pieza donde están situados los mandos de accionamiento del equipo, pero esta idea se descartó debido a la dificultad de montaje que podía suponer, puesto que con este sistema el conjunto no ofrecía holgura para su desmontaje.

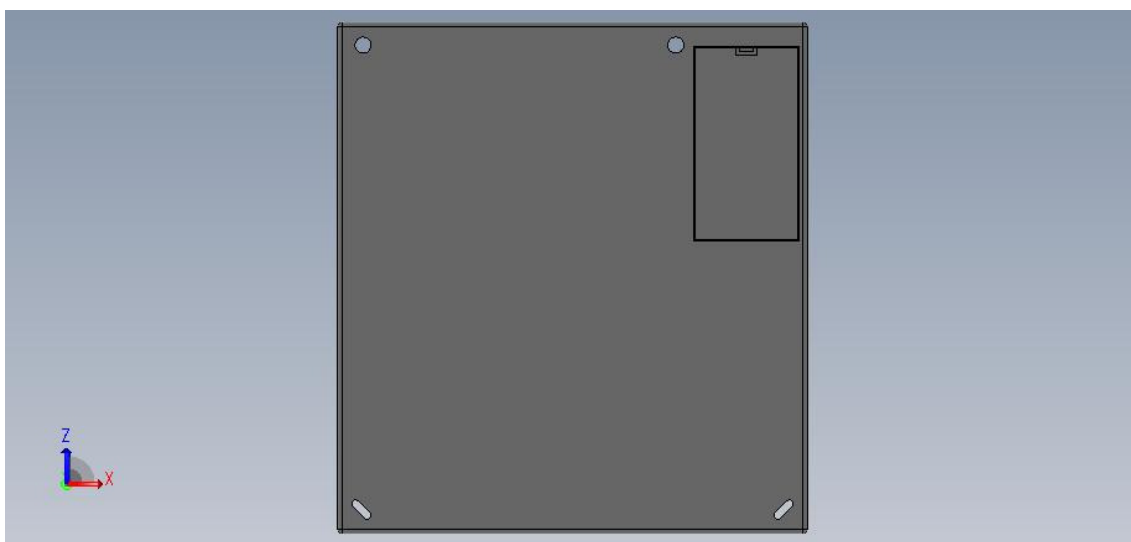
También cabía la posibilidad de que estas pestañas fueran de material retráctil y que una vez encajadas ambas piezas volvieran a su posición inicial y ofrecieran una sujeción para las dos partes del termostato, pero debido a el coste de este material y su poca viabilidad, al final se optó por sujetar la base con dos tornillos ambos a cada lado de esta, eliminando las dos aberturas del lateral de la base y realizando dos agujeros para los tornillos. (se observa en la foto anterior).



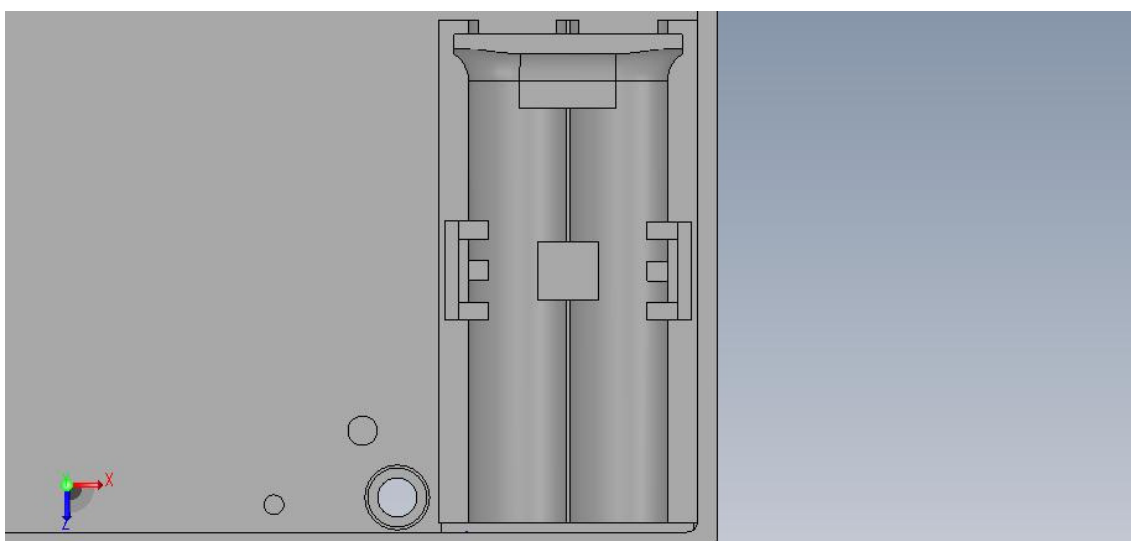
La sujeción del termostato a la pared se realiza a través de las 4 aberturas que se han realizado en la base por las cuales se puede introducir los tirafondos y tornillos correspondientes para ello. Con estos el aparato queda bien sujeto a la pared sin posibilidad de que caiga.



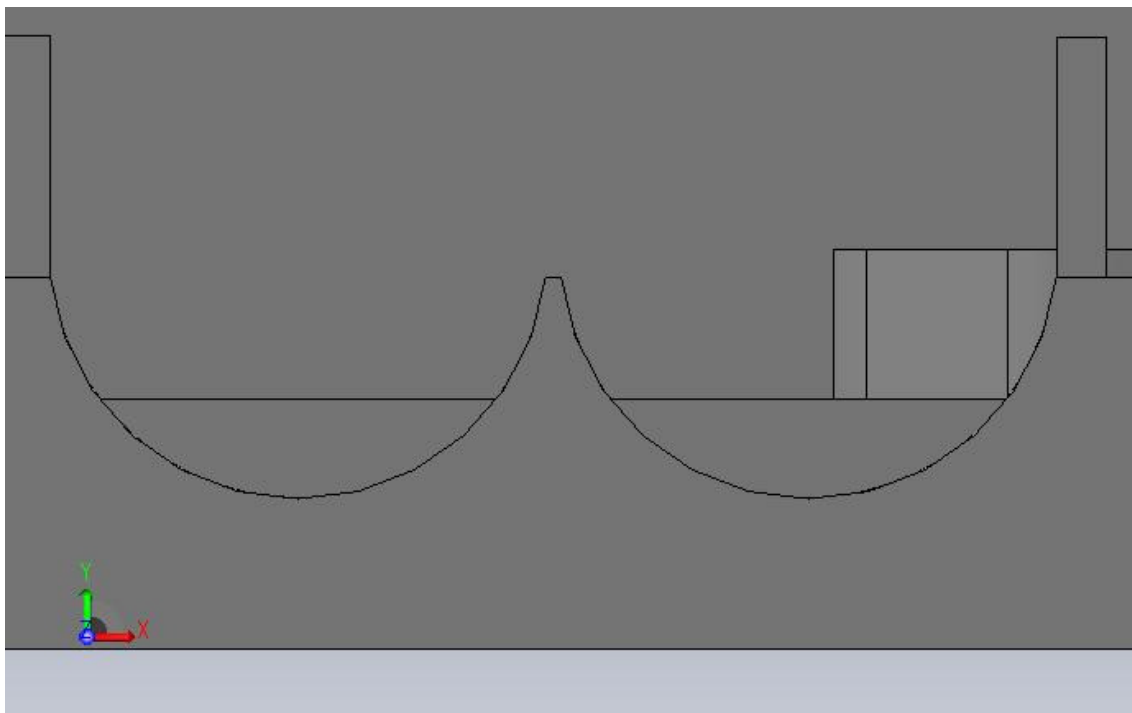
Una de las partes conflictivas de la base era el compartimento de las pilas de 1.5v que iban a alimentar la pantalla del termostato y el emisor. El primer problema fue donde situar este compartimento. Se podía hacer de la manera convencional y situarlo en la parte de atrás de la base, como en cualquier aparato electrónico: despertadores, mandos de la televisión, otros termostatos, pero lo limitaba el que había que desmontarlo, quitando la pieza media, para sacar los tirabuzones de la base y retirarlo de la pared, lo que era algo no practico y que llevaba su tiempo, además las pilas debían de estar conectadas a la placa base y de esta forma la conexión iba a ser peor y con mayor dificultad. Este fue el primer lugar descartado de la posición de las pilas:



Como hemos comentado las pilas tienen que estar conectadas a los componentes eléctricos y electrónicos del termostato por lo que se decidió colocar el compartimento de las alcalinas de 1.5v en la parte interna de la base y colocada en una de las esquinas inferiores.

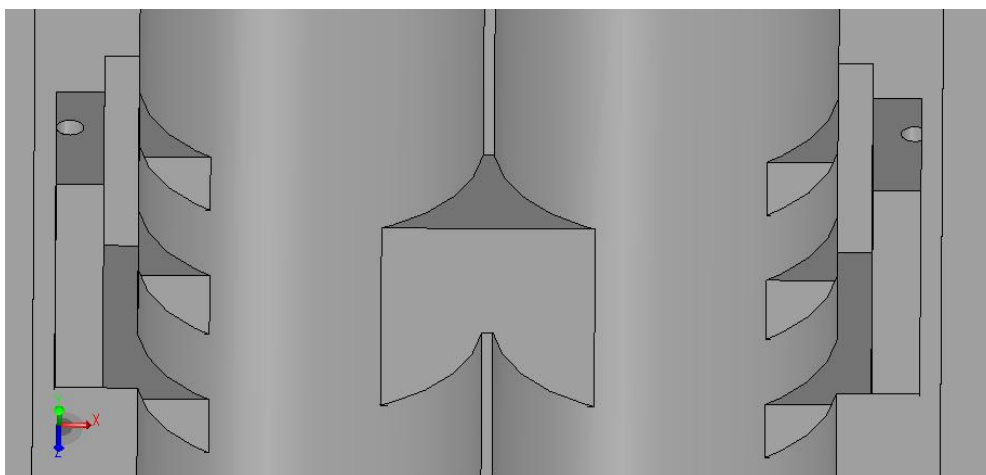


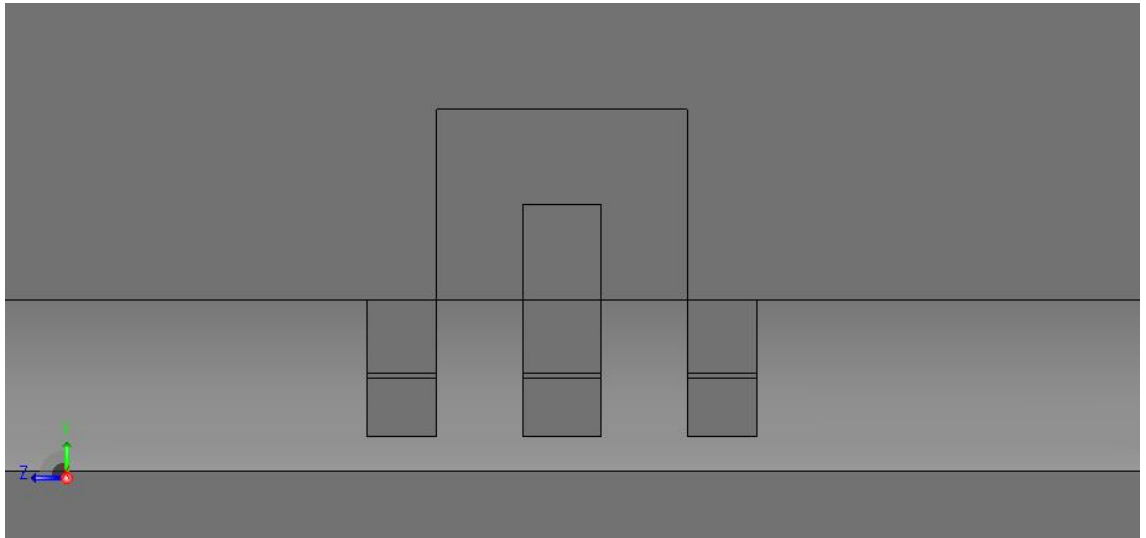
Para ello parte de la base es moldeada en la forma de las pilas, para reducir el espacio que ocupan estas, quedando parcialmente incrustadas en ella.



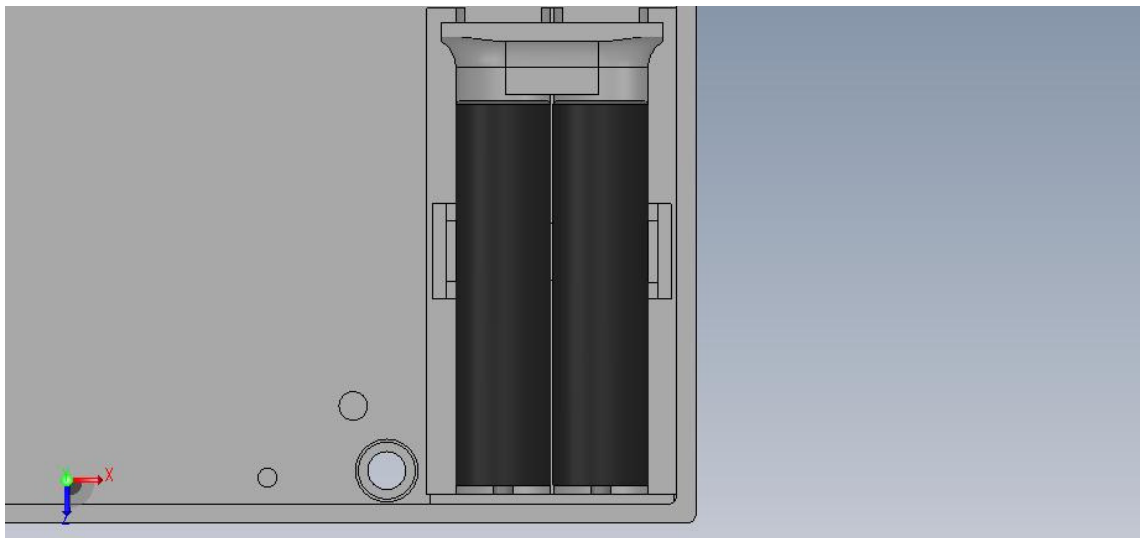
Se había pensado en colocar una tapa, la cual cerrase totalmente el compartimento de las pilas, para darles una mejor sujeción dentro del termostato y evitar la salida de estas de su sitio, ya que podía suponer el fuera de servicio del aparato y del emisor y su posterior enfriamiento del hogar debido a la ausencia de calefacción central.

Pero definitivamente esta solución se descarto ya que suponía la fabricación de otra pieza más dentro del conjunto y además se quería dar un toque de modernidad a este lugar con lo que se optó por la sujeción de las pilas a través de unas pestañas, colocadas en los laterales del compartimento, las cuales ejercen la presión lateral suficiente para que estas no se muevan, además las ranuras de las pilas son exactamente del tamaño de estas por lo que el encaje es perfecto y esto también ofrece cierto agarre sobre estas.



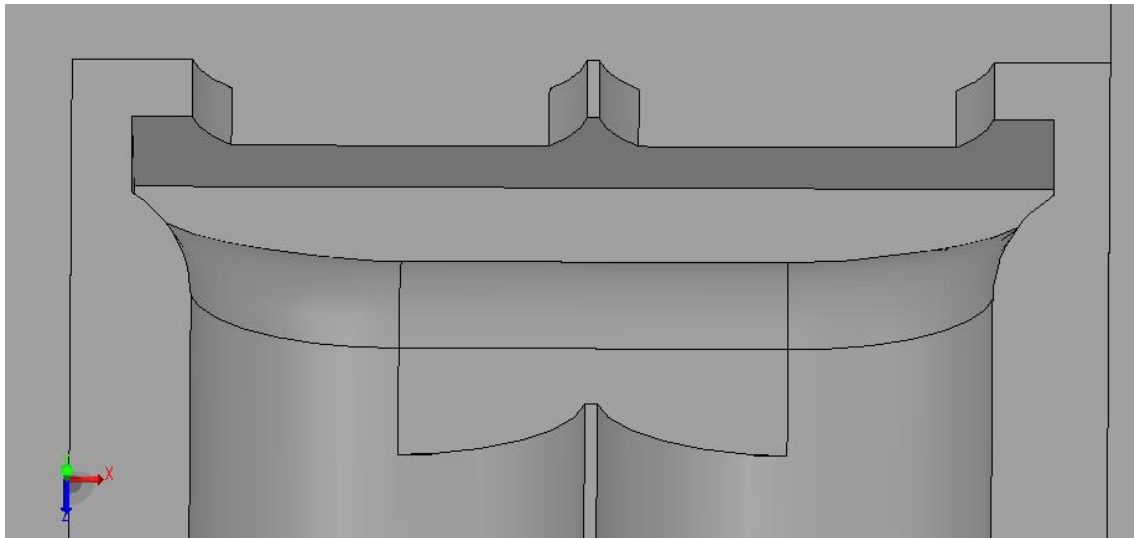


Quedando las pilas de la siguiente manera:

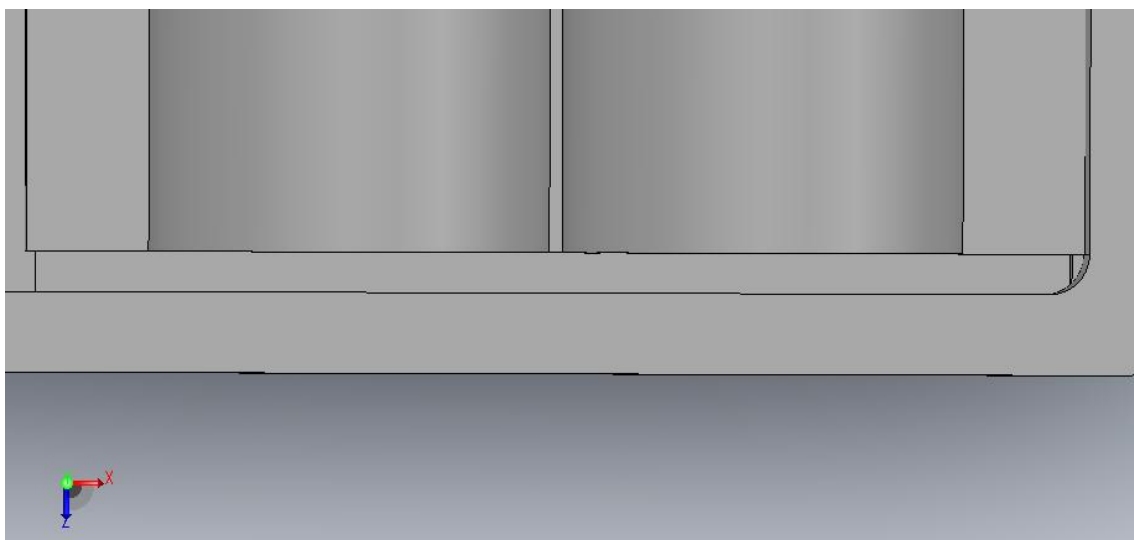


La conexión de las pilas con la placa base ahora estaba condicionada. La primera opción era la colocación del metal en forma de espiral en la parte trasera y delantera de estas, como de normal encuentras en todos los aparatos eléctricos, pero el diseño exigía otro tipo de conexión con lo que se optó por hacer dos ranuras en la parte superior e inferior del compartimento de pilas y diseñar unas conexiones diferentes y peculiares con las que las pilas quedasen totalmente sujetas a la base y el funcionamiento de estas fuera perfecto.

Ranura superior:

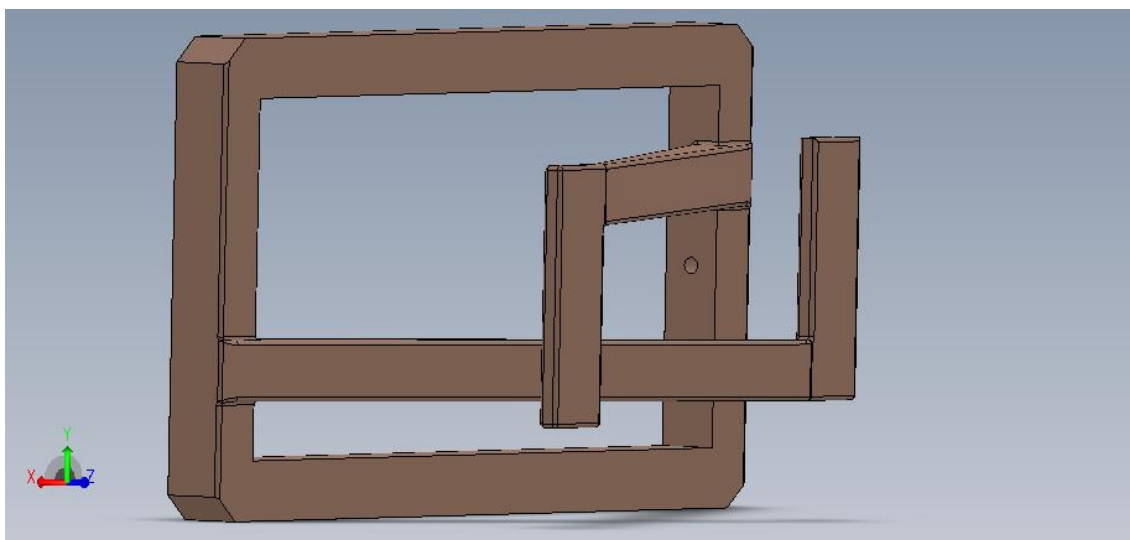
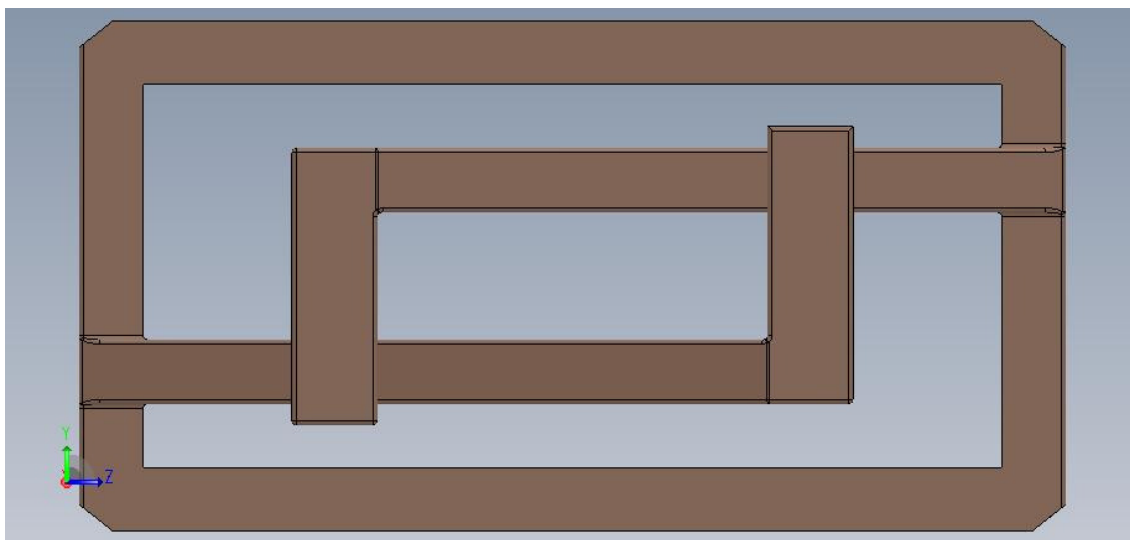


Ranura inferior:



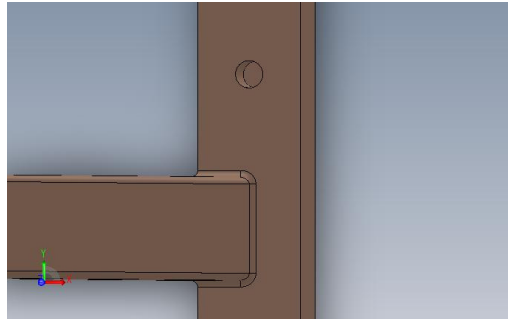
6.2.4 Diseño de los metales pila

La primera placa o metal en diseñar fue el de la ranura superior, al descartar la típica forma en espiral que se le suele dar el diseño tenía que ser totalmente nuevo y moderno, al final quedo de la siguiente manera:

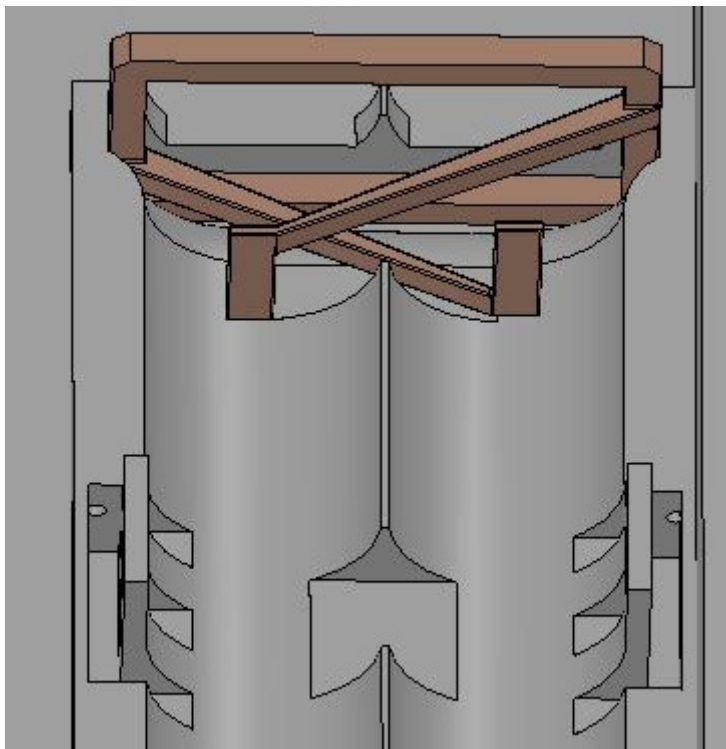


Las patillas que salen del cuerpo son la conexión con las pilas, estas son flexibles debido al material elegido para su fabricación, con lo cual las pilas se pueden introducir con toda comodidad en su posición original asegurando su perfecto encaje.

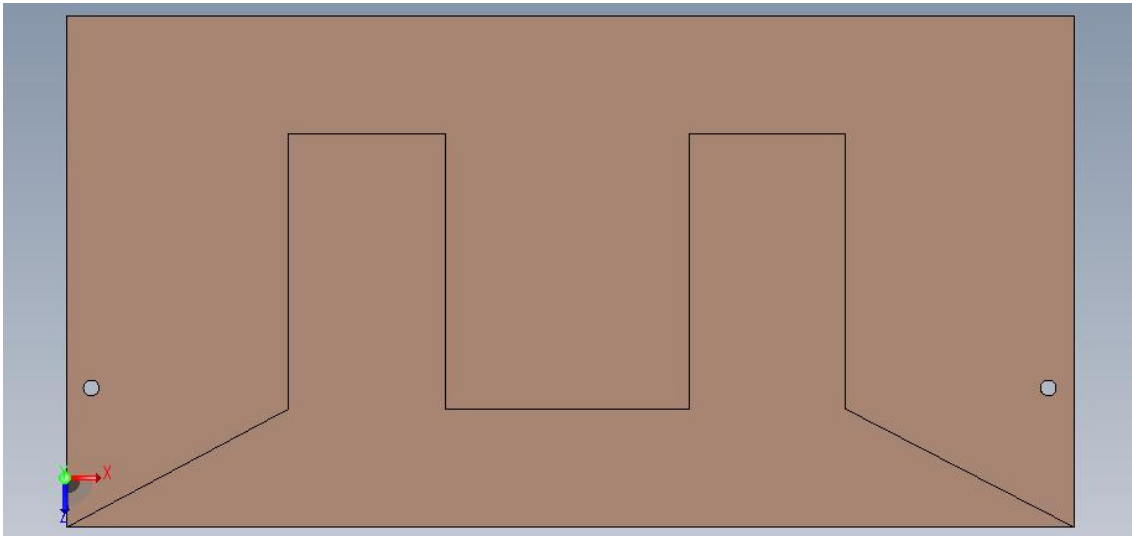
Este metal contiene dos pequeños agujeros en los laterales, cercanos a los brazos salientes, en los cuales se encajan el cableado que va a una de las placas bases para el funcionamiento del emisor y de la pantalla digital del termostato.



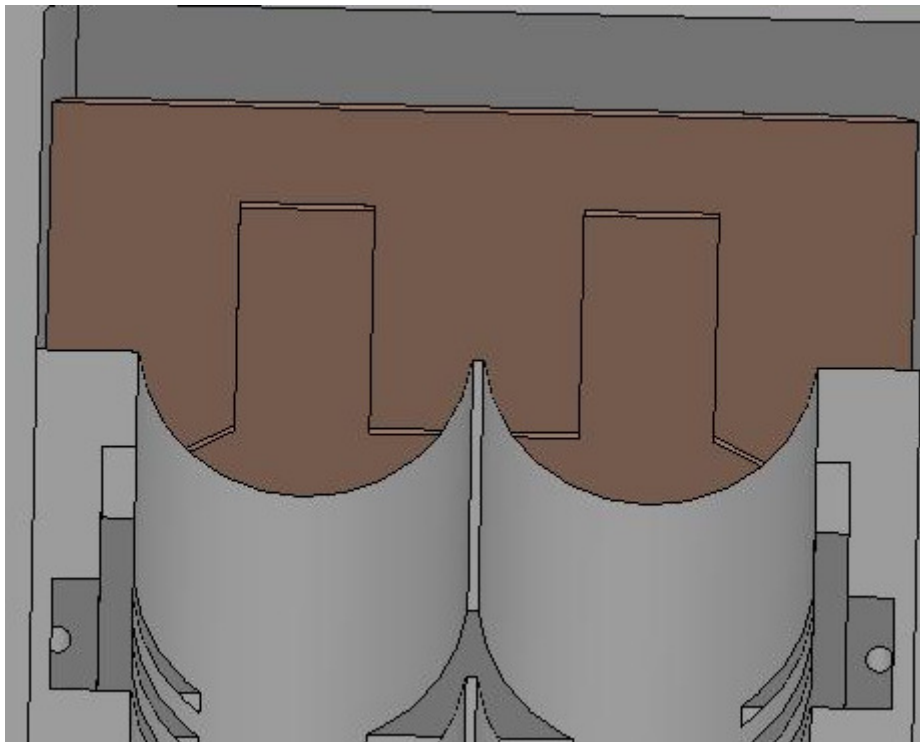
Esta se sujeta por encaje en la base, ya que con la ranura no tiene holgura y basta con esto para una sujeción eficaz.



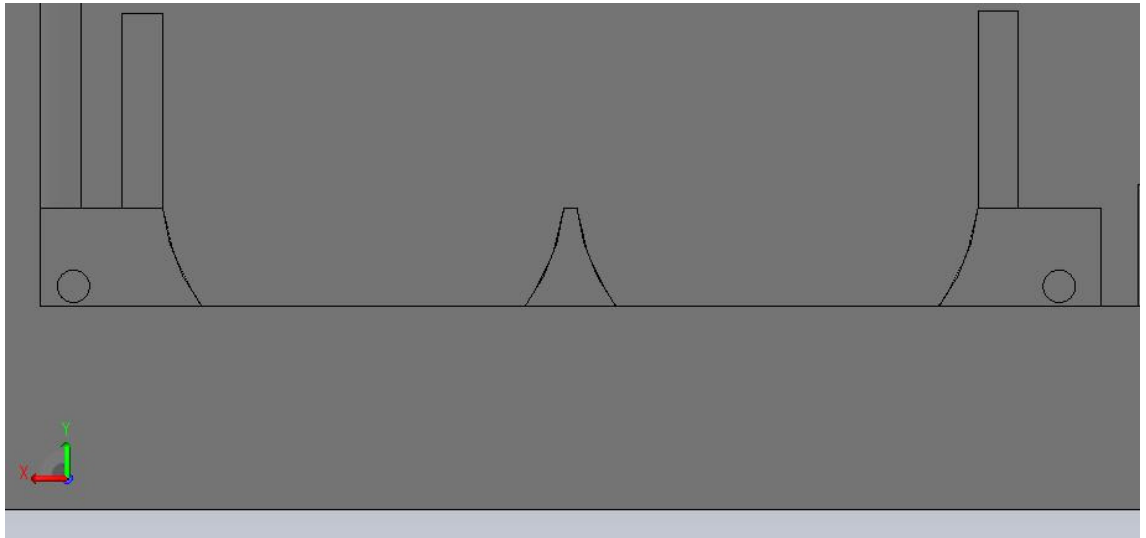
La segunda conexión es más sencilla en diseño que la primera y también se sujeta a la base por no tener holgura con esta. El material utilizado para esta pieza es igual a la anterior, buen conductor de la electricidad, y también posee dos agujeros en ambos extremos para llevar la electricidad a la placa base. La pieza es la siguiente:



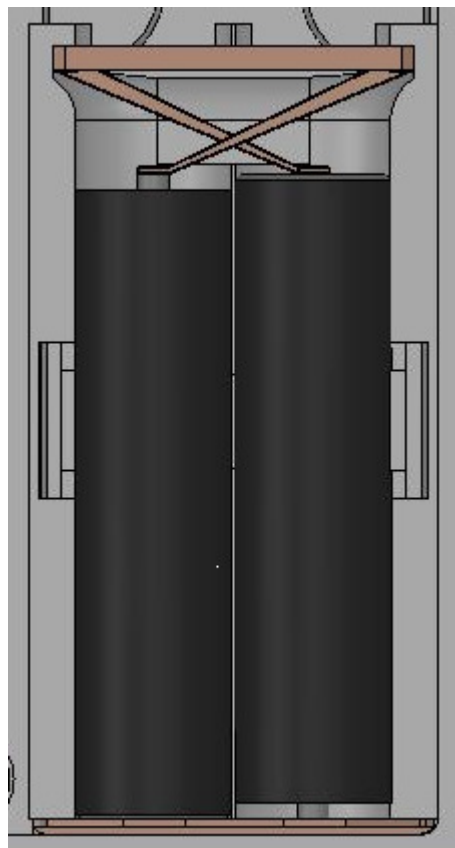
Y colocada en su posición queda:

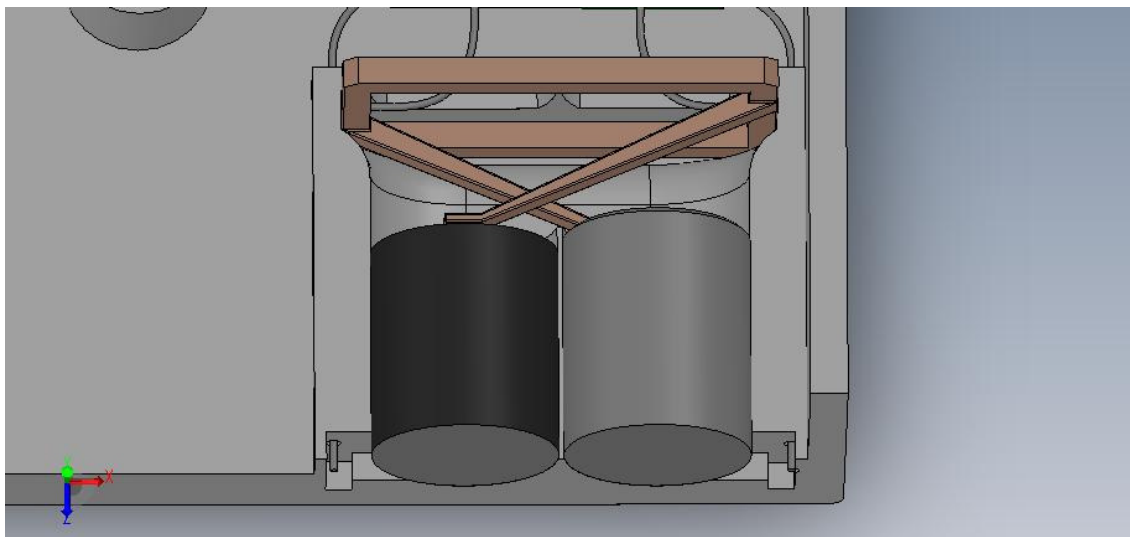


Para que el cableado pudiese llegar a esta placa y no ser antiestético, además de ocupar sitio poder estar mal colocado se optó por hacer dos pequeñas perforaciones en los laterales del compartimento de las pilas de mayor diámetro que el cableado para que su colocación no supondría ningún problema en el montaje.



Con todas las piezas diseñadas y recreadas en 3D se realizó el montaje del prototipo, y obviamente todo encaja a la perfección quedando de la siguiente manera.

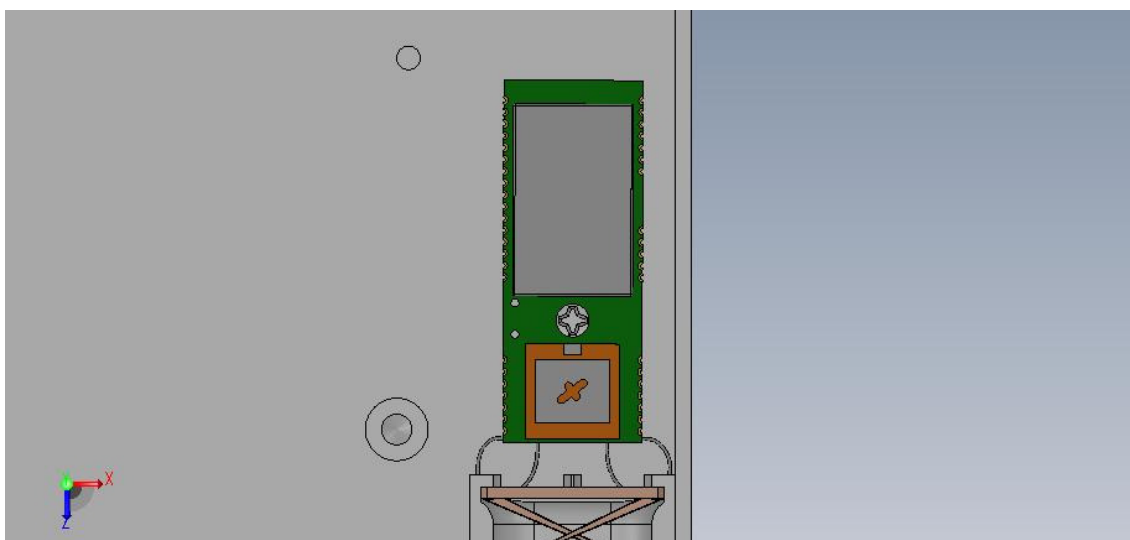


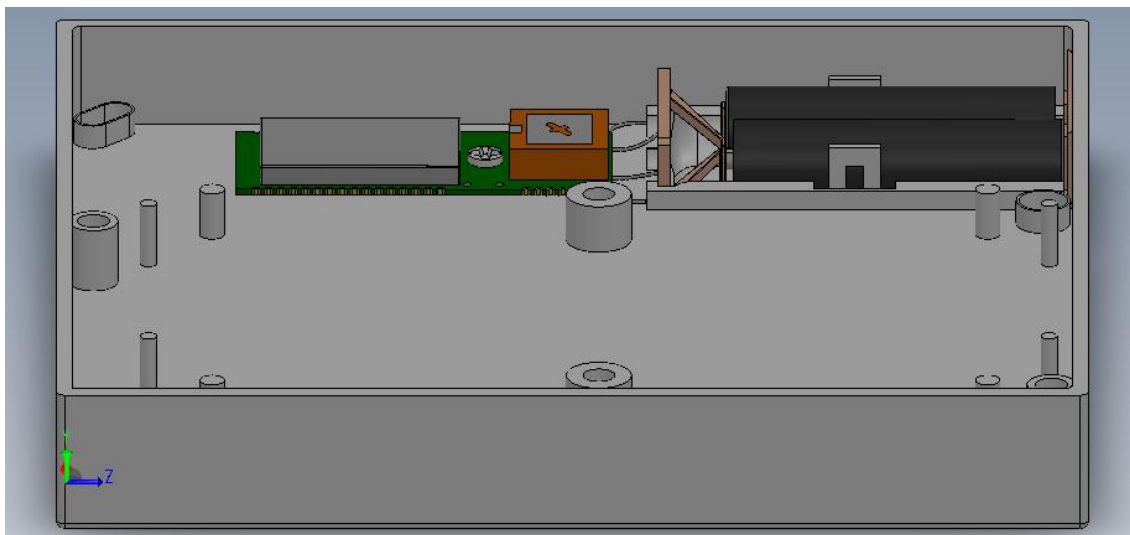


6.2.5 Ensamblaje placa base inferior

Una vez realizado esto se busco en el mercado una placa base, la cual se posicionase entre las pilas y la placa base que da funcionamiento al termostato, que recogiese las conexiones de los cables procedentes de las pilas.

Por ello se ha situado cerca del compartimento de las pilas, paralelamente a el para un ahorro en cableado interno y un mejor conexionado entre componentes internos. Para ello se ha perforado en la base un agujero de 3mm de diámetro para la sujeción de esta placa en la base a través de la rosca de un pequeño tornillo quedando de la siguiente manera:



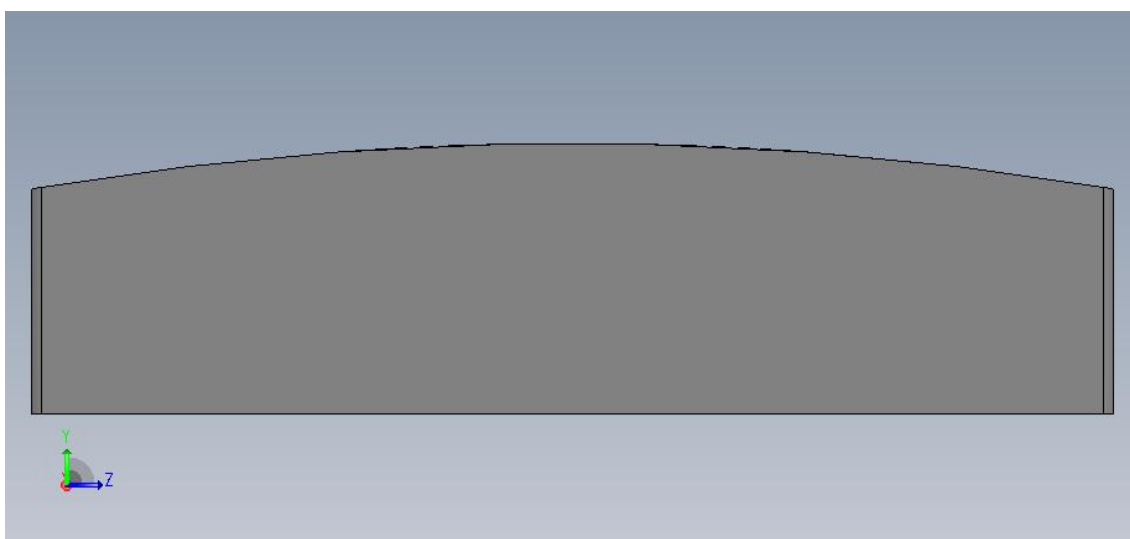


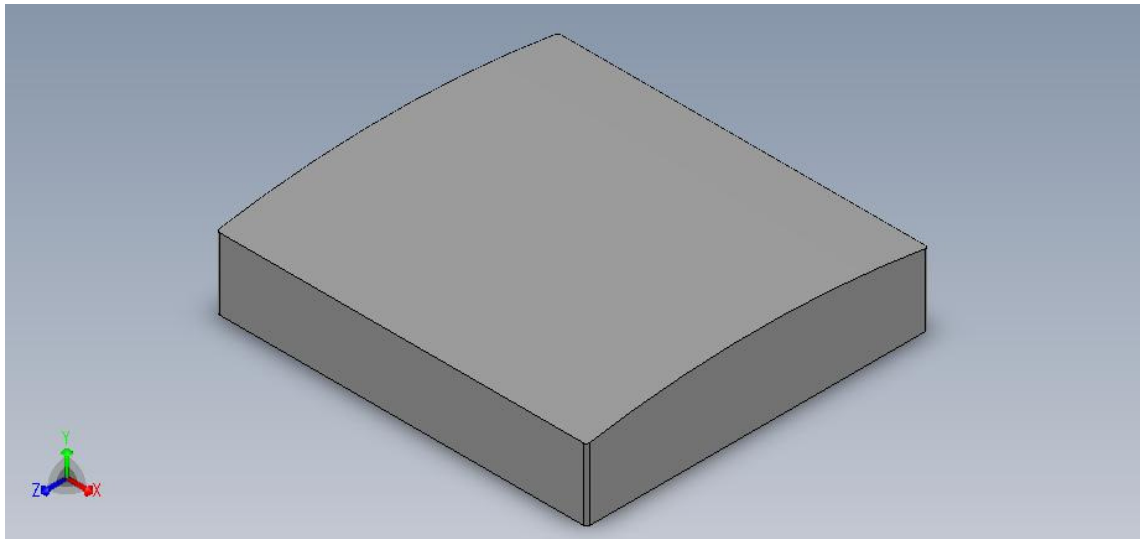
6.2.6 Diseño de carcasa exterior

La siguiente parte en realizar es la pieza que compone el termostato donde aparte de mostrar los comandos de este se ensamblarán los botones que aran factible su funcionamiento. Las dimensiones de esta pieza vienen condicionadas por las de la base tanto en longitud, anchura y espesor.

Se ha diseñado de manera que el espacio interno se utilice de manera eficaz y casi al 100%, poniendo especial atención en su diseño el cual no desentonase con los modelos actuales de decoración, diseño y tecnología de interiores.

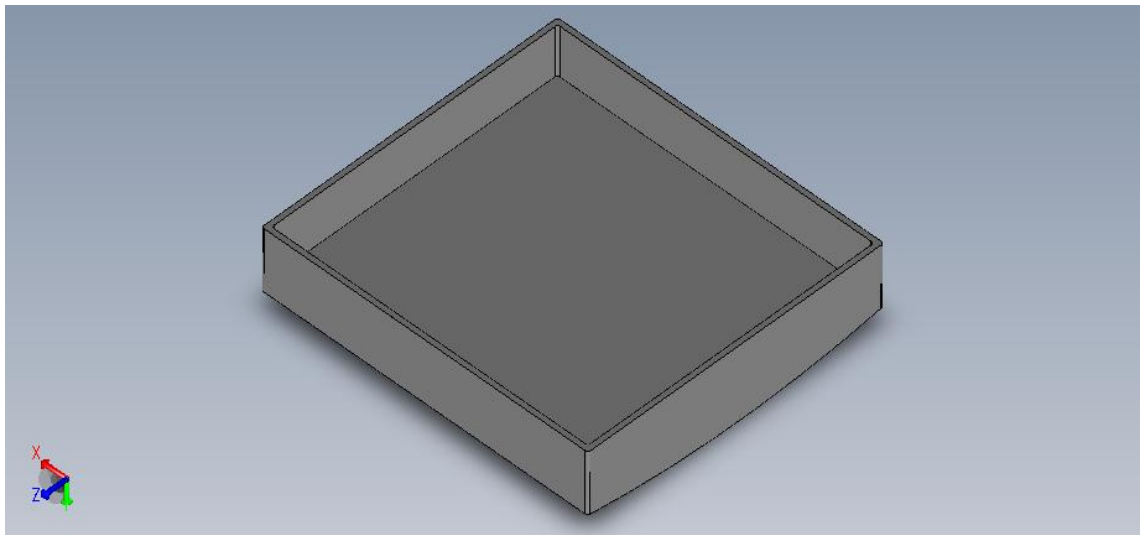
Primeramente se pensó en realizar una carcasa rectangular pero este diseño ya estaba muy visto y se pasó a darle a la carcasa exterior una forma ovalada, lo cual le daba un aspecto mas moderno y llamaba la atención de los consumidores.





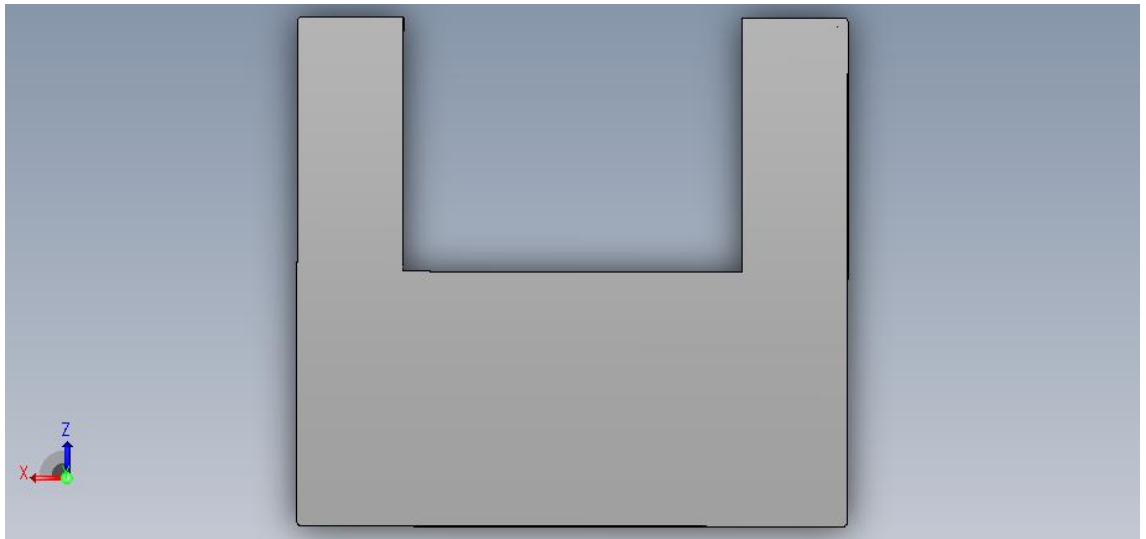
La profundidad que se le a dado a esta carcasa es la justa para que entren los componentes internos, sobretodo la parte de la sujeción del emisor y la placa base que va colocada encima de esto y debajo de los botones, la cual da la funcionalidad al termostato.

El espesor utilizado y mirando a que no pareciese demasiado voluminoso es de 20mm de volumen interno dentro del aparato

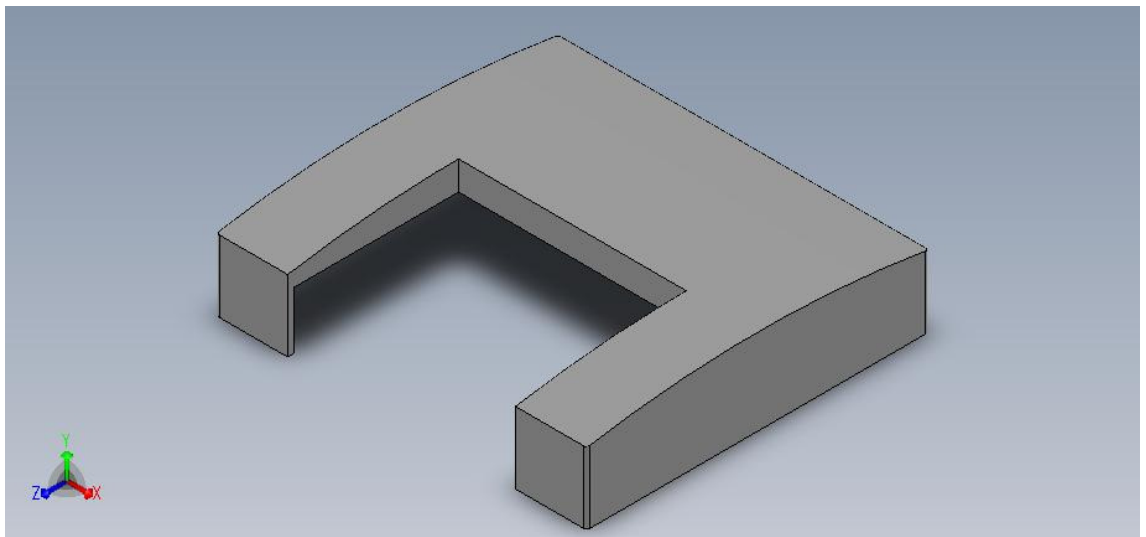


Después de conseguir la estructura de la carcasa se ha realizado en ella un corte rectangular en uno de los laterales en el cual va a ir sujeta la pantalla digital del termostato. Las dimensiones son de 60mm de largo por 80mm de ancho ya que es importante que la pantalla digital sea de tamaño considerable para ver los

comandos con facilidad y no tener que forzar la vista. Con este tamaño de pantalla se consigue una mayor visibilidad y comodidad del usuario a la hora de regular la temperatura o realizar la programación del termostato.

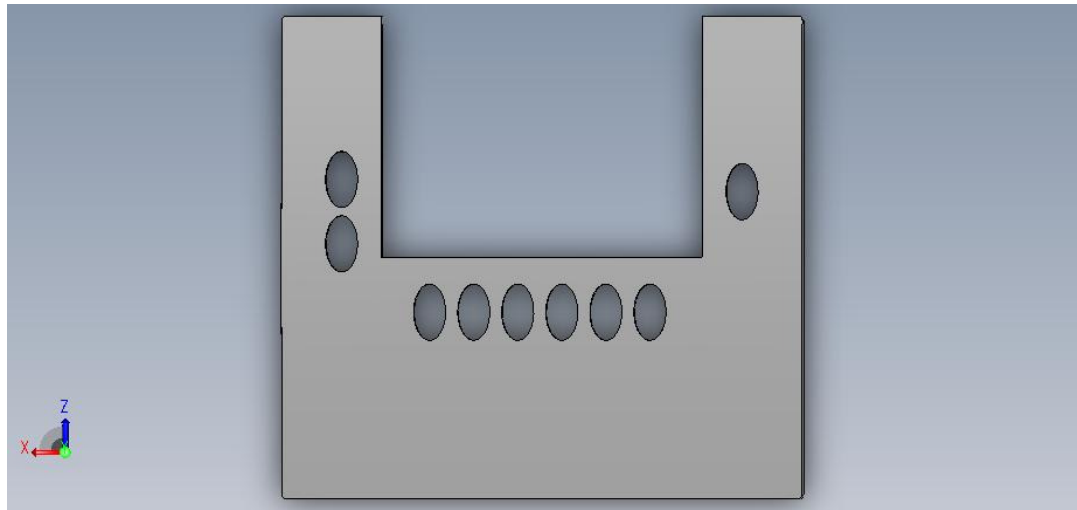


En la parte superior de la carcasa se ha dejado un mayor espesor de material ya que tiene que aguantar los esfuerzos procedentes del accionamiento de los botones, por eso y para mayor seguridad el grosor de esta capa es mayor que la del resto del aparato.



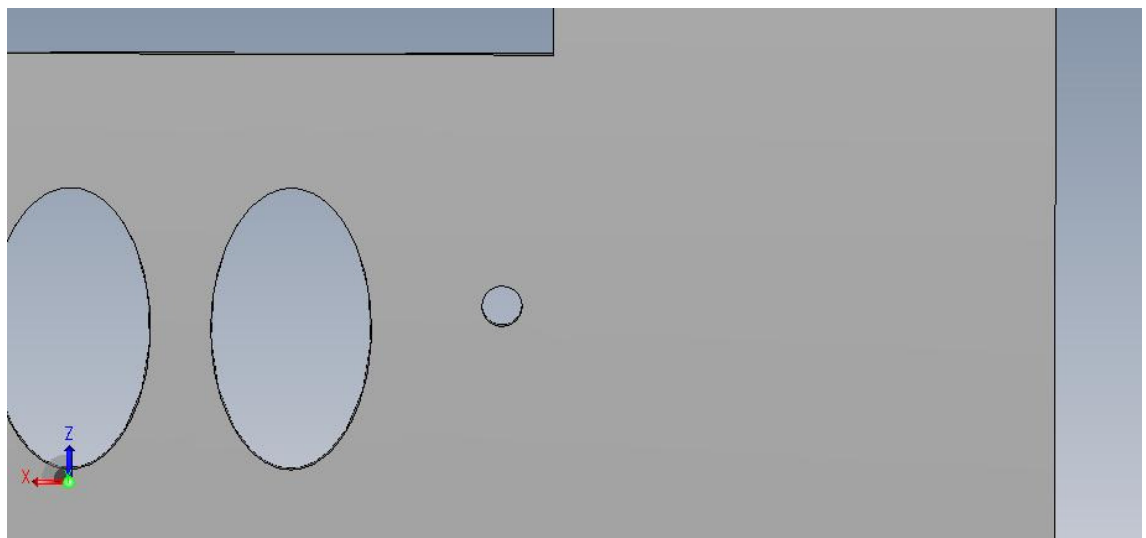
En esta carcasa se han realizado 9 agujeros para la colocación de los botones del termostato, los cuales sirven de accionamiento del aparato y le dan su funcionalidad.

Se pensó en hacer los agujeros en forma de círculo en la carcasa exterior pero una forma de elipse quedaba mucho mejor y también saltaba a la vista quedando de la siguiente manera:



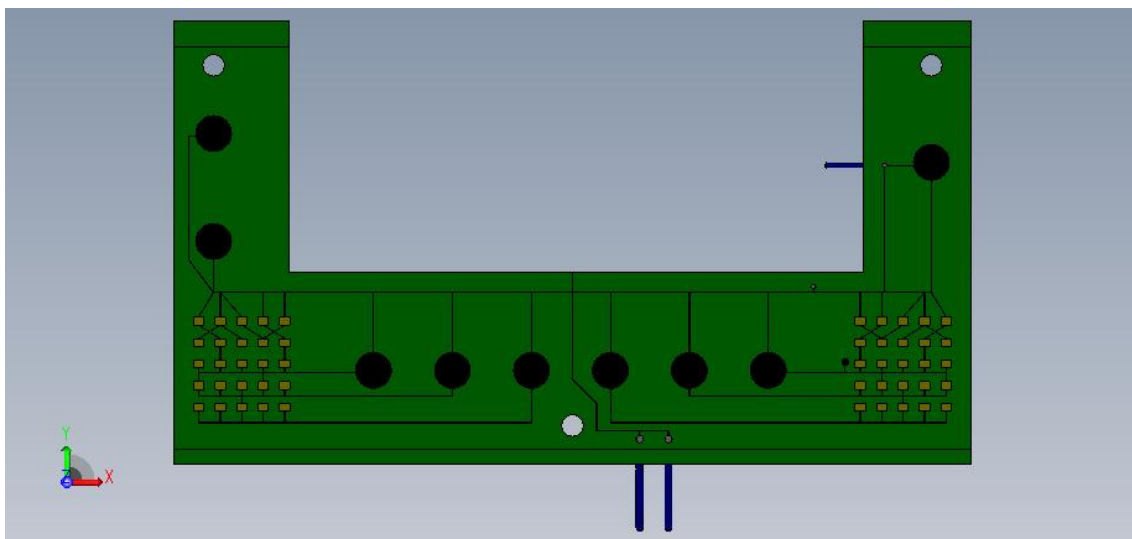
La mayor parte de los botones están situados en la parte inferior de donde se supone que va a estar situada la pantalla digital del termostato. Quedando un botón en la parte derecha y dos en la parte izquierda de esta.

Al final se realizó un pequeño agujero para instalar el botón de reseteo del aparato en la parte derecha de los botones inferiores:



6.2.7 Ensamblaje de la placa base superior

Tras realizar estos cortes del material de la carcasa, se busco en el mercado una placa base para la funcionalidad del termostato y del emisor.



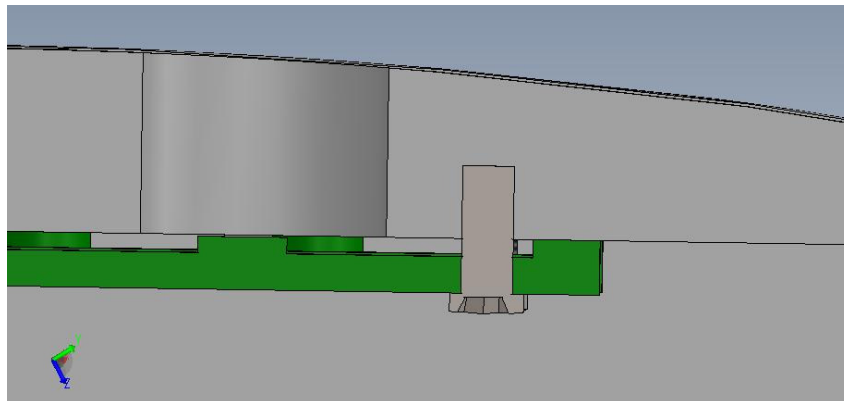
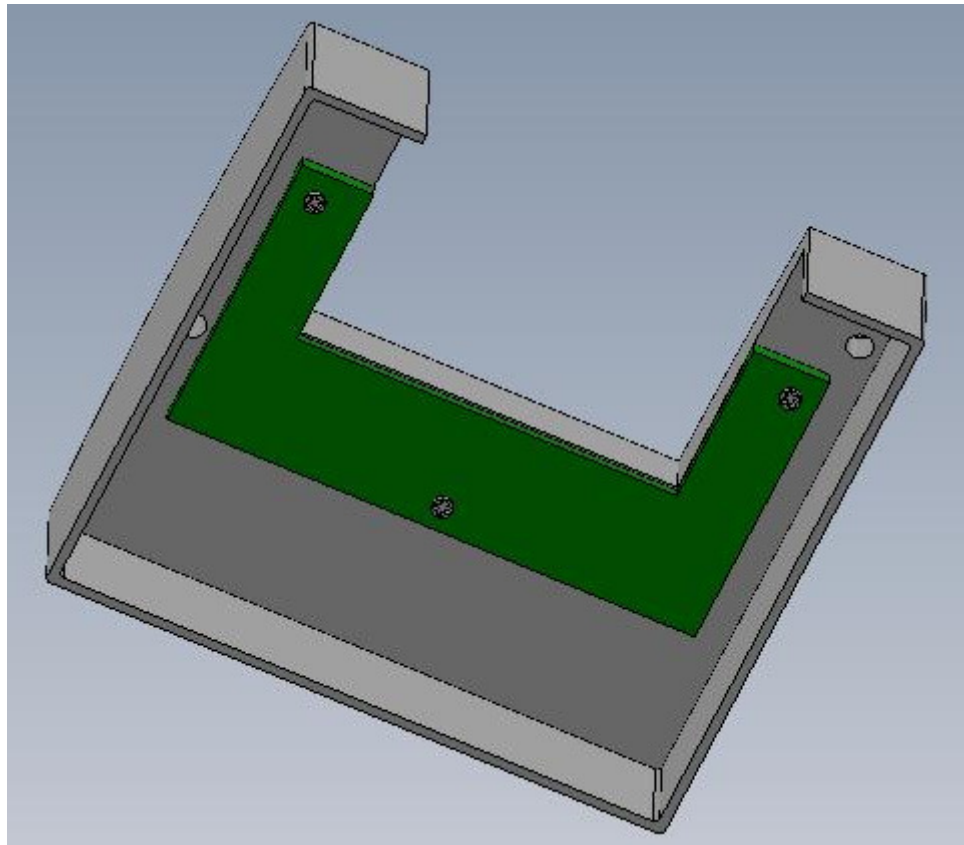
Esta placa base está adaptada al diseño del aparato teniendo sus puntos de accionamiento en los puntos donde se a echa las aberturas de la carcasa para los botones de accionamiento.

Debía estar también lo más cerca posible del emisor ya que este tenía que estar conectado a la placa para el funcionamiento conjunto con el termostato, ya que el emisor captaba la señal de la unidad gestora, que por medio del software gestionará la instalación para aportar o no servicio de calefacción.

Se realizo en la carcasa en la parte interna tres agujeros en rosca para la sujeción de la placa, colocados estratégicamente para que la fijación fuera perfecta y evitar cualquier movimiento de la placa dentro del termostato.

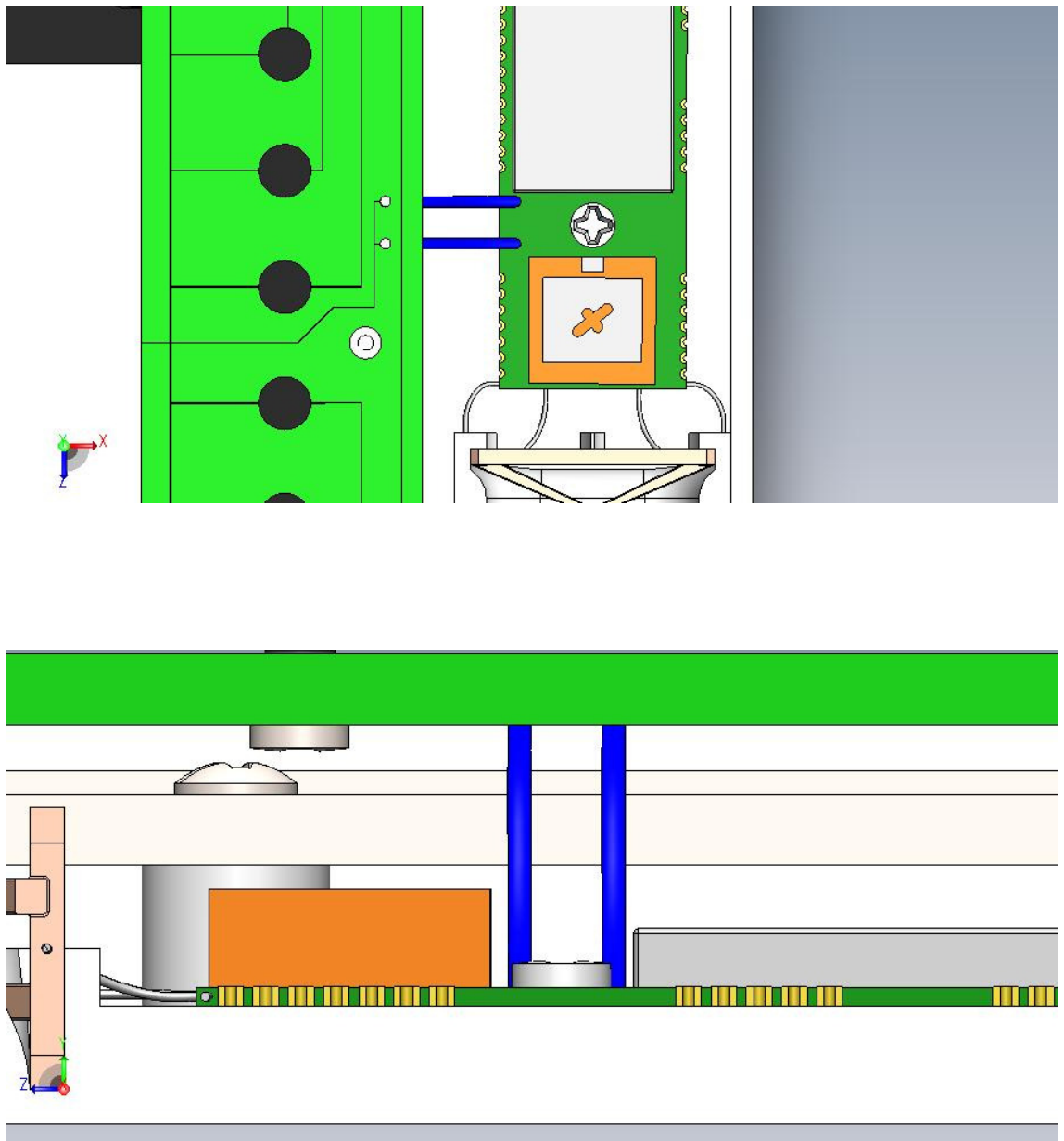
La placa base esta situada debajo de los botones a una distancia de 1mm de la cara oculta de la carcasa y 2mm por encima del emisor.

Su sujeción en la carcasa a través de los tres tornillos queda:

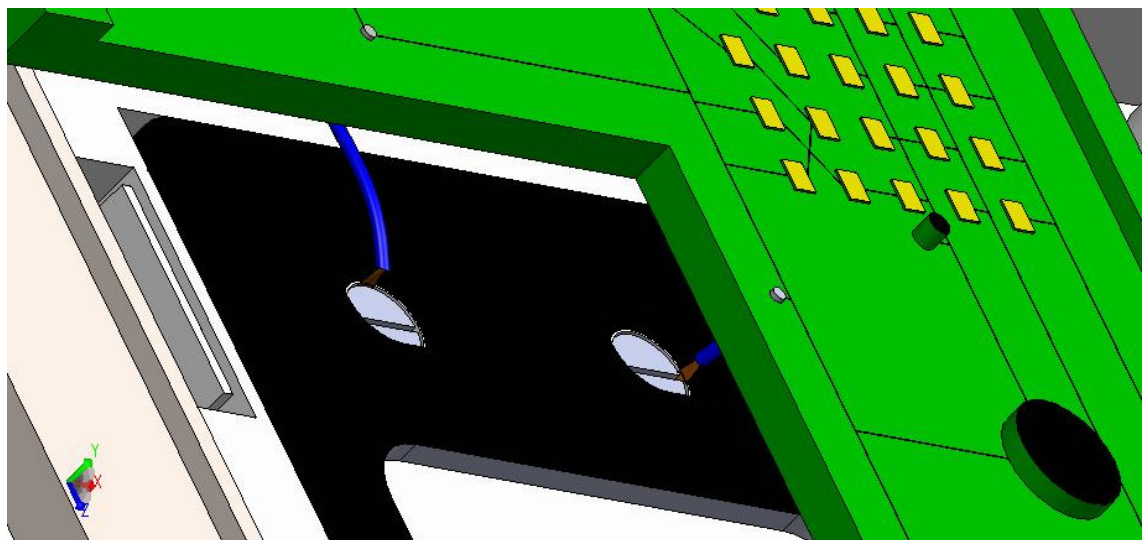
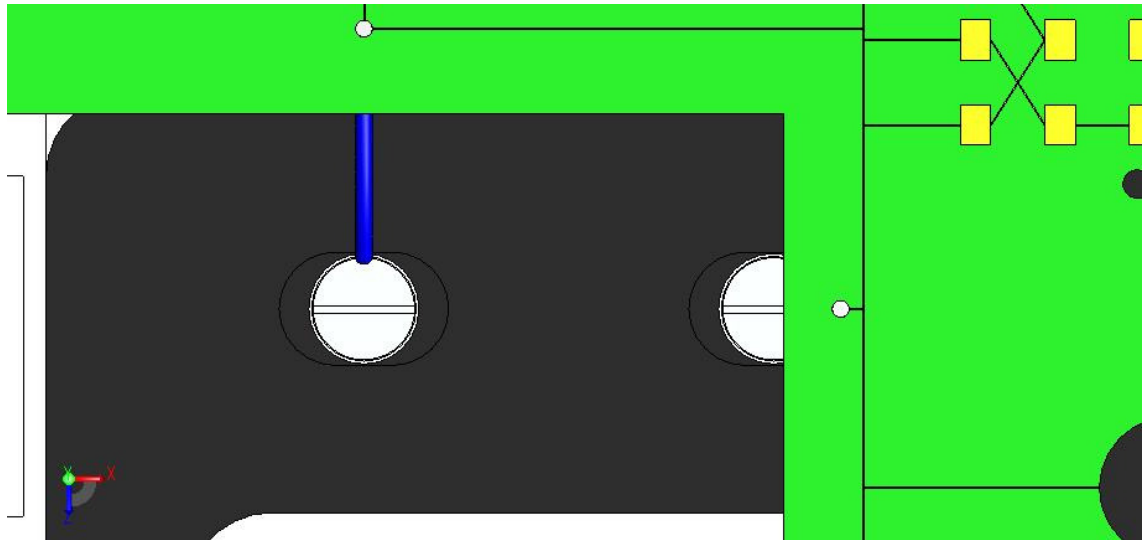


Tras colocar la placa en su posición pasamos a la conexión de esta, con la otra placa y el emisor. Para ello se soldó con estaño 4 cables que salían de esta, dos que iban a la otra placa base por los cuales pasaba la corriente eléctrica que permitía el funcionamiento del emisor y de la pantalla digital, y los otros dos, uno de ellos daba corriente al emisor para su funcionamiento en frecuencia y el otro transmite las ordenes que llegan de la unidad gestora a la placa base y con ello al funcionamiento del termostato.

Las conexión a la parte inferior es la siguiente:



La conexión del emisor a la placa base queda de la siguiente manera:

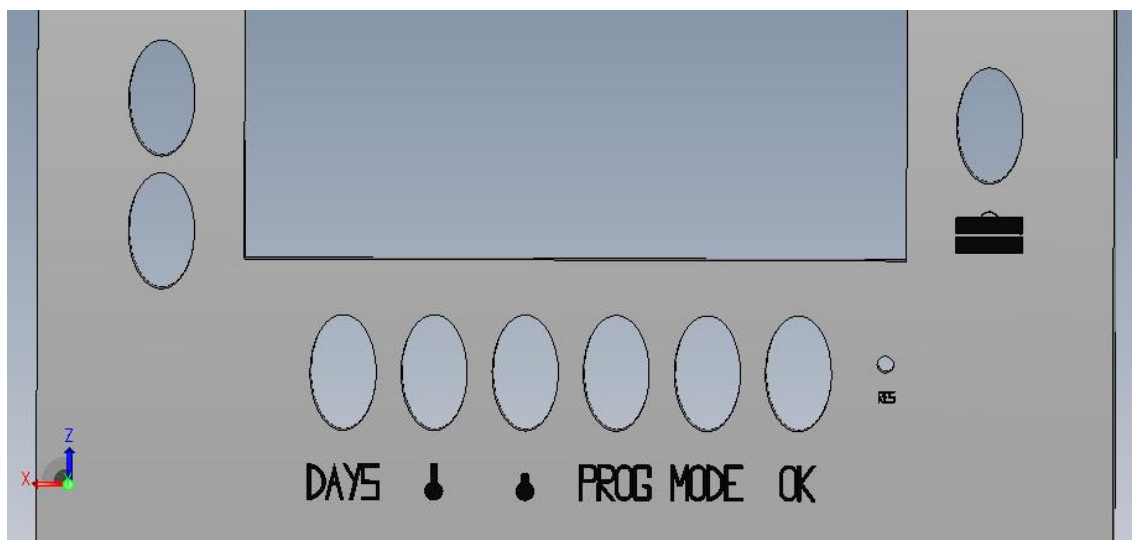


De esta manera las conexiones internas dentro del termostato ya están definidas y listas para su funcionamiento.

Ahora seguiremos diseñando el resto de componentes que faltan para el completo ensamblaje del conjunto.

6.2.8 Diseño de las inscripciones de la carcasa

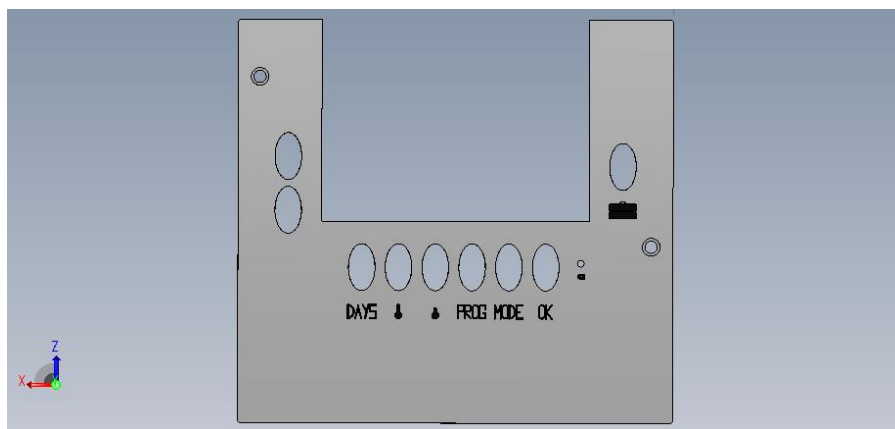
Una vez terminado con esto, pasamos a realizar las inscripciones en la carcasa, las cuales nos indicarán cual es la función de cada botón. Se pensó en realizar estas inscripciones en forma de pegatina pero esta solución era poco apropiada por la posible pérdida de estas. Su vida no era muy duradera y al final se eligió una solución la cual iba a resultar útil para toda la vida del termostato. Se realizaron las inscripciones con el mismo material que la carcasa, aprovechando la curvatura de esta, y pintándolas de negro para una mejor visión de ellas quedando de la siguiente manera:



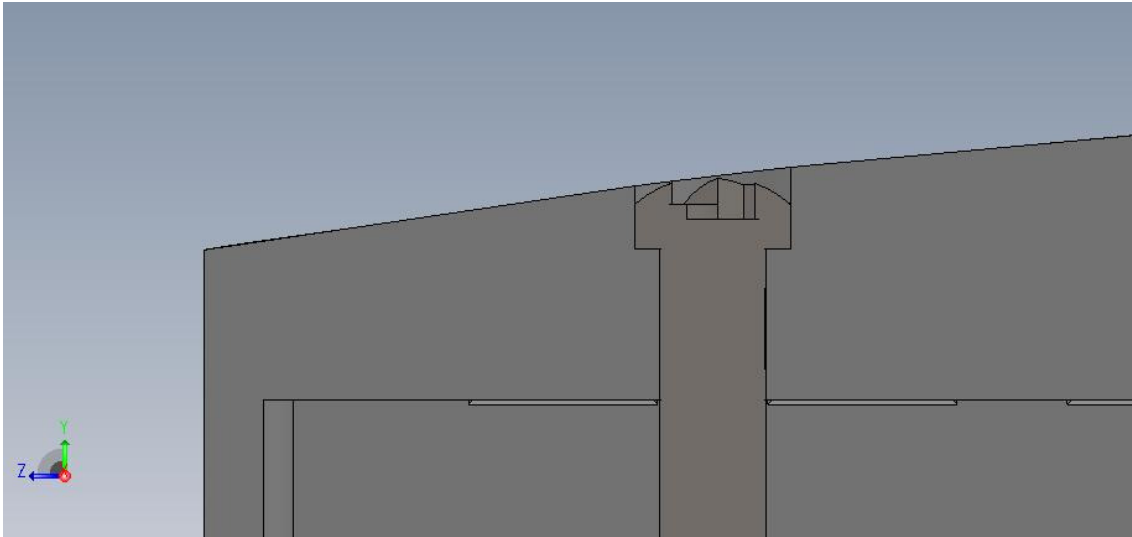
La funcionalidad de cada botón e inscripción viene detallada en las funciones y programación del termostato y el emisor.

Los botones de la izquierda que no tienen dibujo son los de subir y bajar hora, temperatura, días cuya inscripción esta realizada en la cara superior del botón.

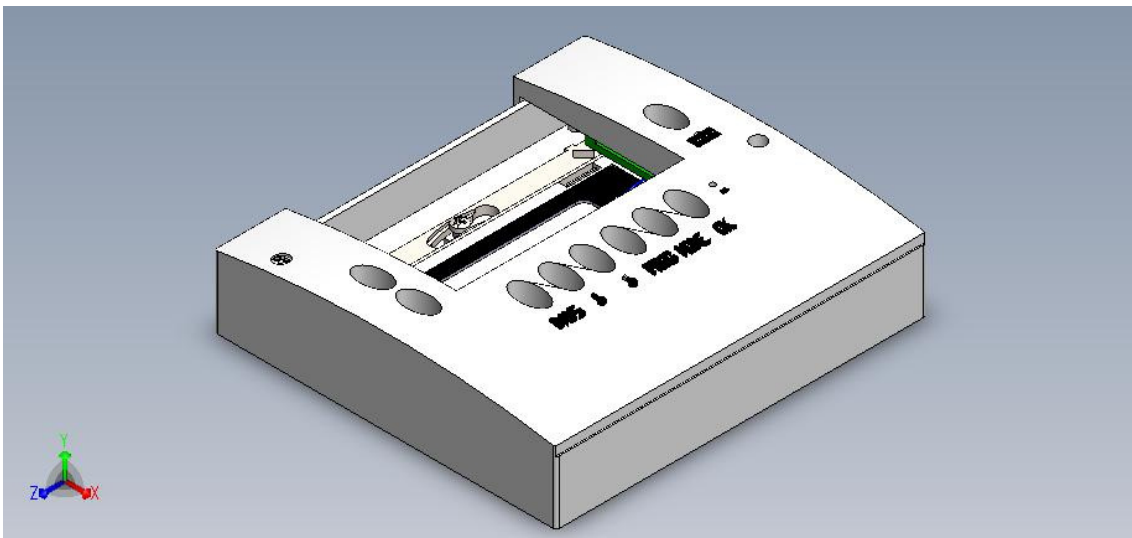
Tras realizar estos dibujos se realizaron los dos agujeros de paso en los cuales iban a ir los tornillos que sujetaban la carcasa exterior con la base y hacen del termostato una pieza única:



Ambos están situados a cada lado de la carcasa y no a la misma altura y se les ha aplicado un saliente para que el agarre de los tornillos y la carcasa sea total, saliente de suficiente espesor para soportar los esfuerzos en el accionamiento y agarre de ambas piezas.

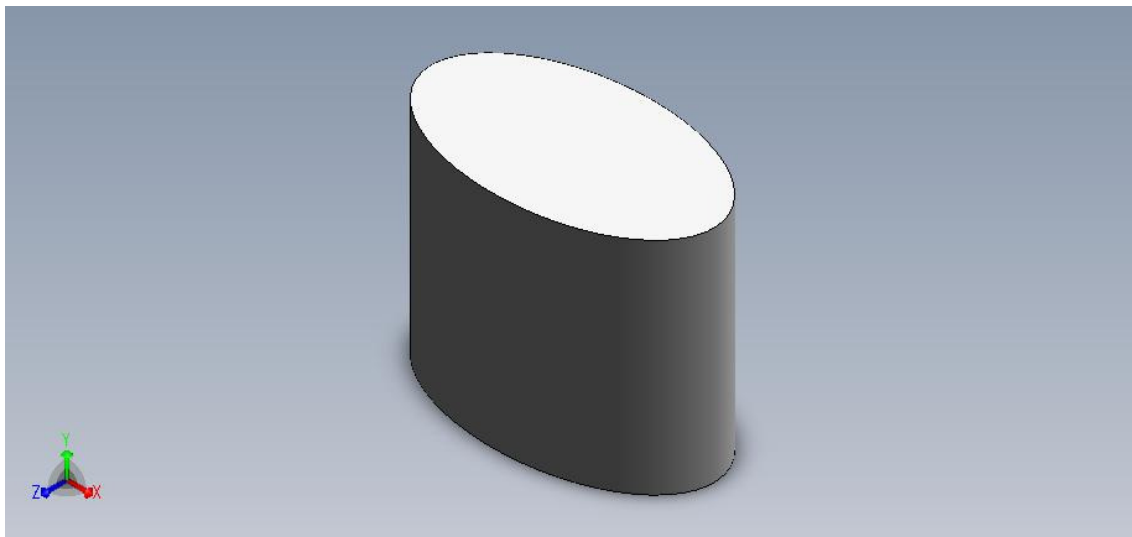


Quedando el conjunto base carcasa de la siguiente manera:

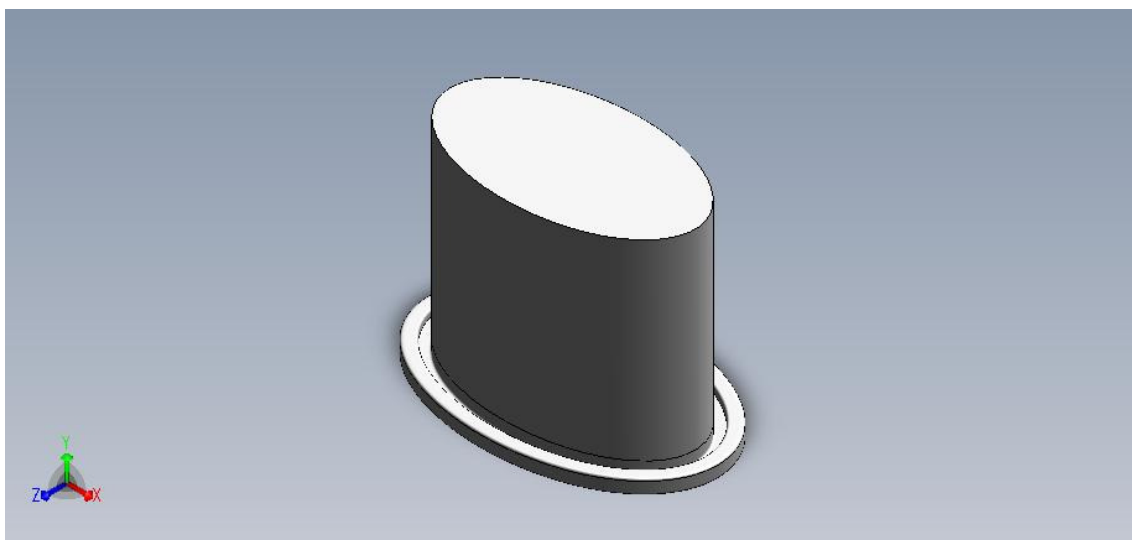


6.2.9 Diseño de los botones de accionamiento

Una vez acabado el diseño de los pasos de tornillo se paso al diseño de los botones de accionamiento. Sus dimensiones ya estaban definidas por los cortes realizados en la carcasa exterior y debían de ser de forma elíptica:

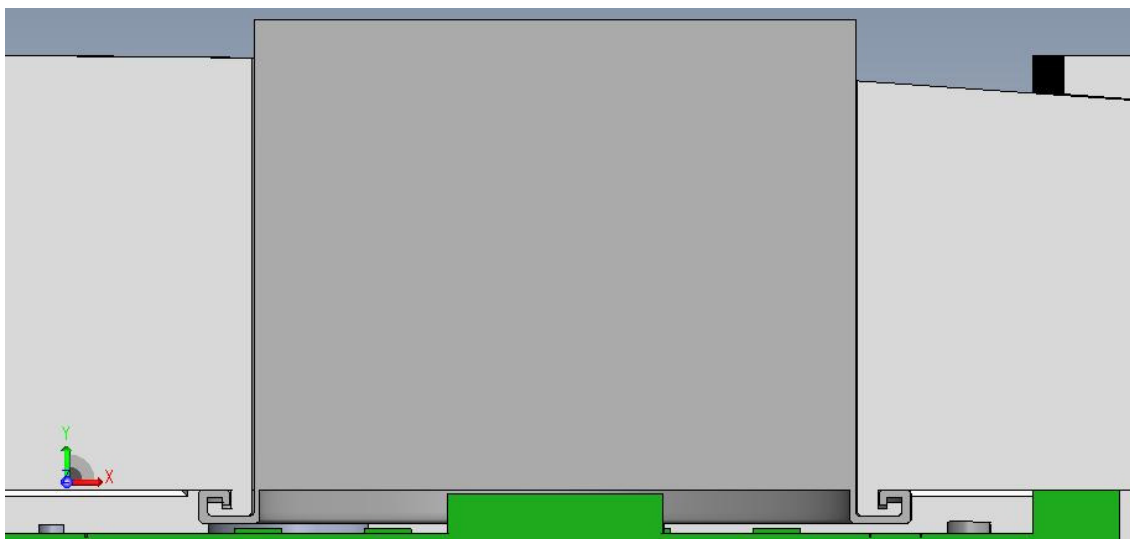


El problema era como sujetar estos botones a la carcasa exterior. Se había pensado que con la misma presión ejercida entre la pared del botón y la carcasa, al no tener casi holgura, fuese suficiente, pero al montar el diseño en 3D y mover el conjunto de manera brusca los botones se salían de su sitio, excepto el botón reset, por lo que se creo una sujeción en la parte inferior de estos, la cual iba enganchada a unas pequeñas ranuras colocadas en la cara oculta de la carcasa, quedando de la siguiente manera:



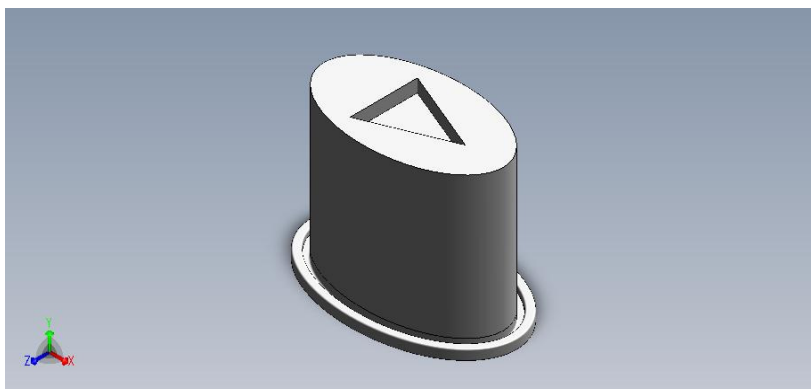


Y colocado en la carcasa:



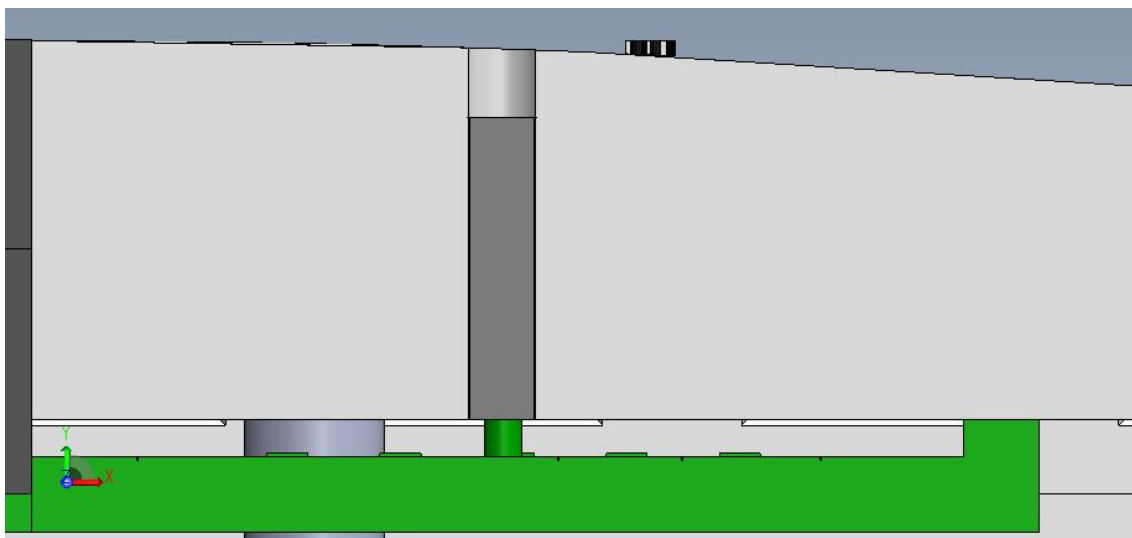
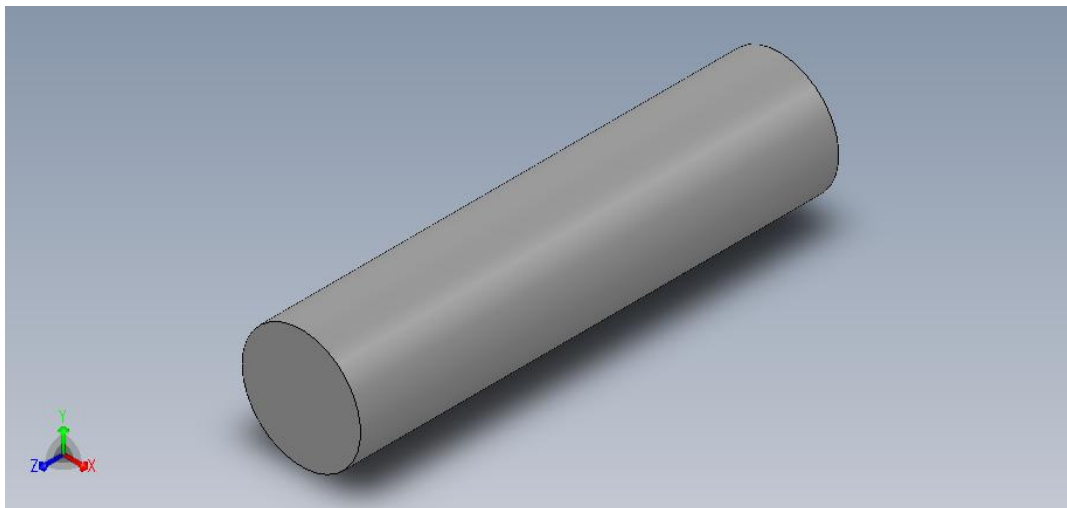
Se observa claramente que la distancia entre la base del botón y el punto de accionamiento es casi despreciable. También se aprecia que la sujeción entre la carcasa y el botón tiene una holgura necesaria para poder encajar un enganche con otro ya que sus dimensiones son muy pequeñas, pero a pesar de esta holgura esta sujeción es eficaz, mantiene cada botón en su posición original y ofrece una pequeña elasticidad que permite el contacto de la base del botón con la unidad de lectura de la placa base.

En los dos botones, en los cuales no hay inscripciones en su parte baja de la carcasa, han sido marcados con unas flechas que indican a simple vista subir o bajar. Estos sirven para regular todos los comandos del termostato y han quedado:



Las dimensiones del botón reset son tan pequeñas, es decir su diámetro es muy pequeño, y su holgura con la carcasa es casi nula, para introducirlo en ella hay que realizar una gran presión, por lo que este botón no necesita de ningún tipo de sujeción elástica.

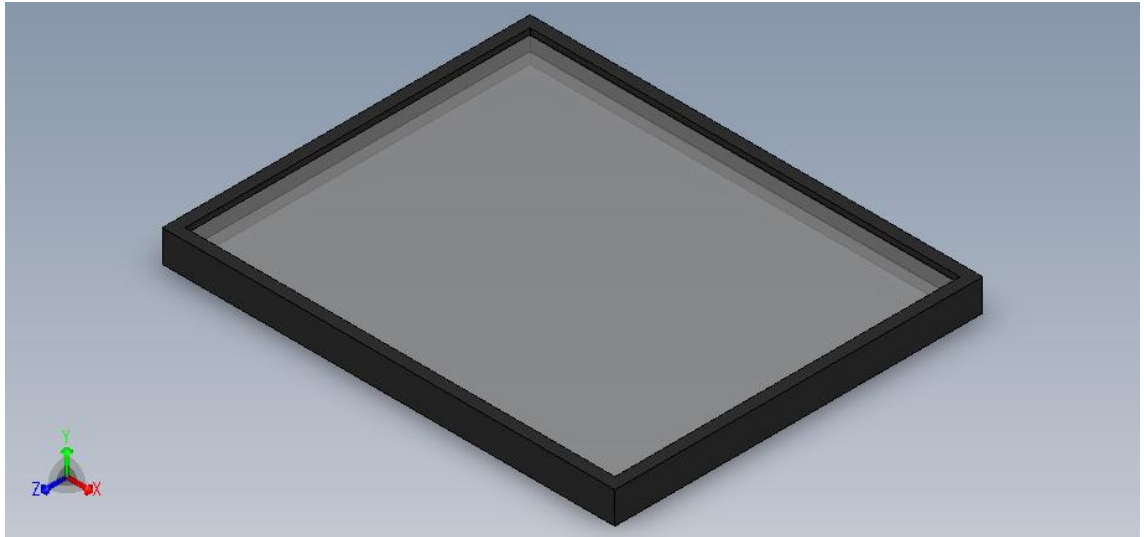
Además para acceder a él hay que introducir un pequeño filamento, la punta de un bolígrafo fino o una aguja, ya que no sobresale fuera de la carcasa exterior con el resto de los botones, cosa que permite colocarlo en el ensamblaje del termostato sin ningún tipo de sujeción, el rozamiento entre las paredes de este y la carcasa son suficientes para que no se mueva de su sitio.



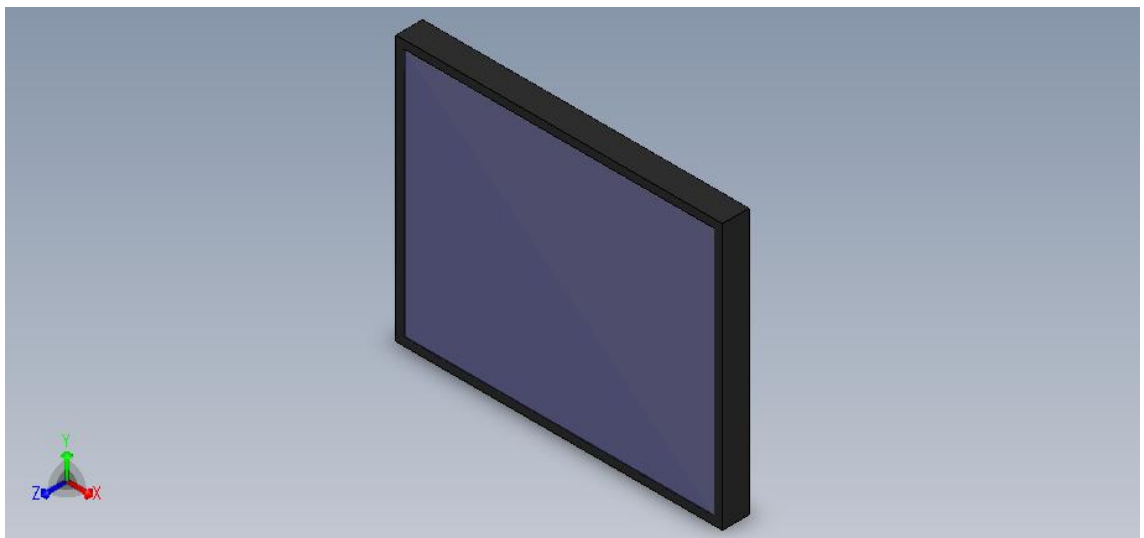
6.2.10 Diseño de la pantalla digital

La siguiente pieza en diseñar fue la pantalla digital del equipo, que se compone también de una base donde va el cristal con leds incrustados y una pieza superior que sirve de protección para esta pantalla digital.

La pieza superior es la siguiente y esta compuesta de una carcasa rectangular que sirve de protección y sujeción del cristal translucido:



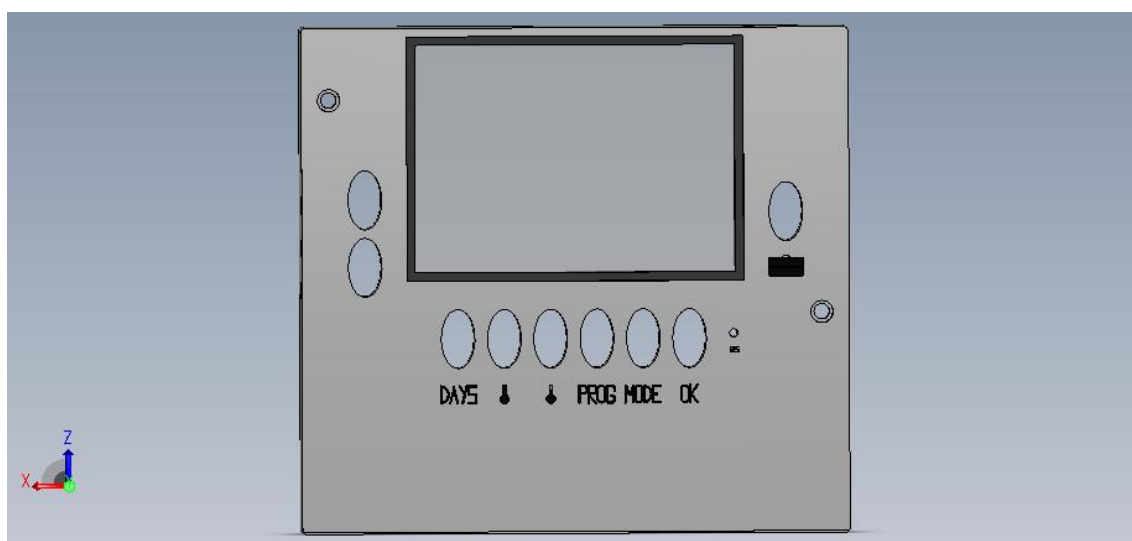
Y la base:



Una vez acabado el diseño de la sujeción de los botones en la pieza exterior el problema era como sujetar de manera eficaz la pantalla digital al conjunto del termostato.

Ambas piezas, ya que su perímetro es igual, se sujetan adhesivamente con una cinta especial de espuma acrílica, de doble cara, de máxima duración y resistencia, con la posibilidad de separarlas en el caso de rotura del cristal translúcido.

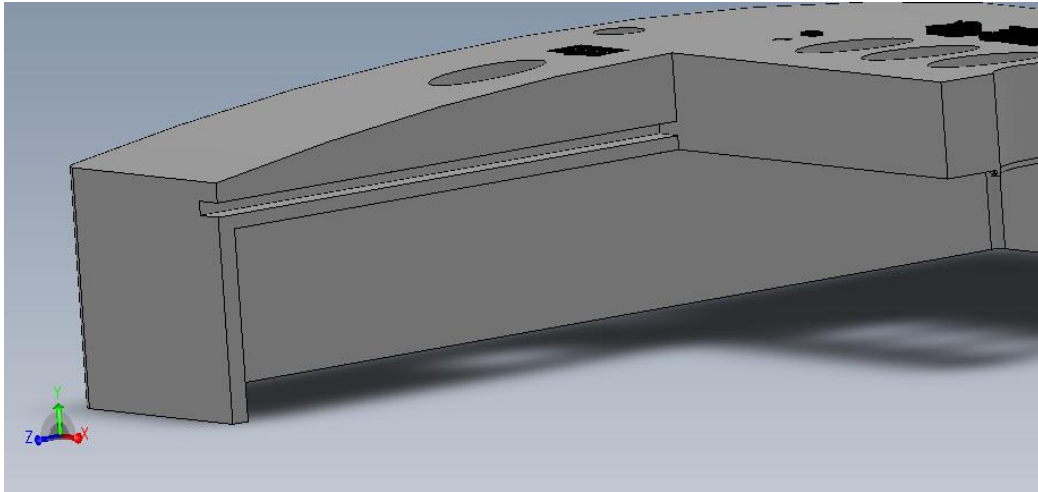
Una de las opciones era renovar el diseño de la carcasa exterior y que esta y la pantalla fueran una pieza única, es decir:



Pero este diseño no nos acababa de gustar, además de la problemática que suponía para colocar una tapa exterior necesaria para tapar los comandos del termostato. El problema era donde amarrar esta tapa para que girara libremente y cerrase de manera manual.

Al final seguimos con el diseño creado desde el principio. Se le practicaron en los laterales de la pantalla unas aletas que iban a ir incrustadas en unas ranuras realizadas en la carcasa para que la sujeción de esta pieza fuera segura y no causase ningún problema. Además el montaje de la pantalla en el conjunto de esta manera era más sencilla y en el desmontaje, la carcasa y la pantalla salen a la vez sin preocupación de una posible caída y rotura del cristal digital.

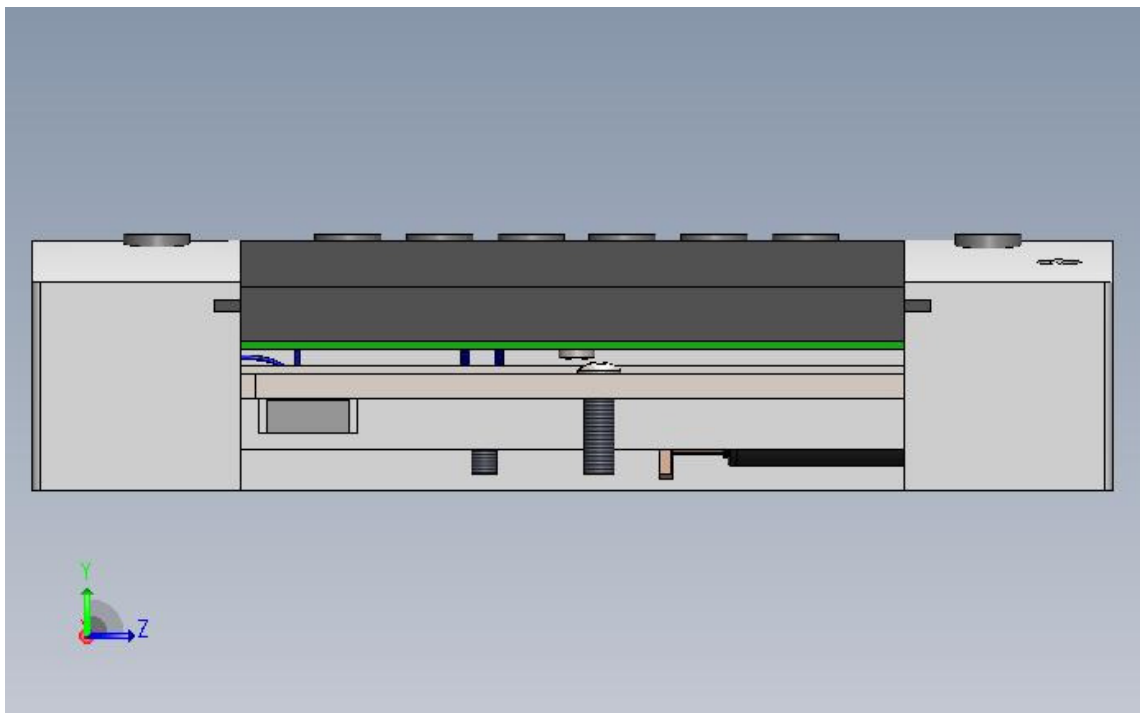
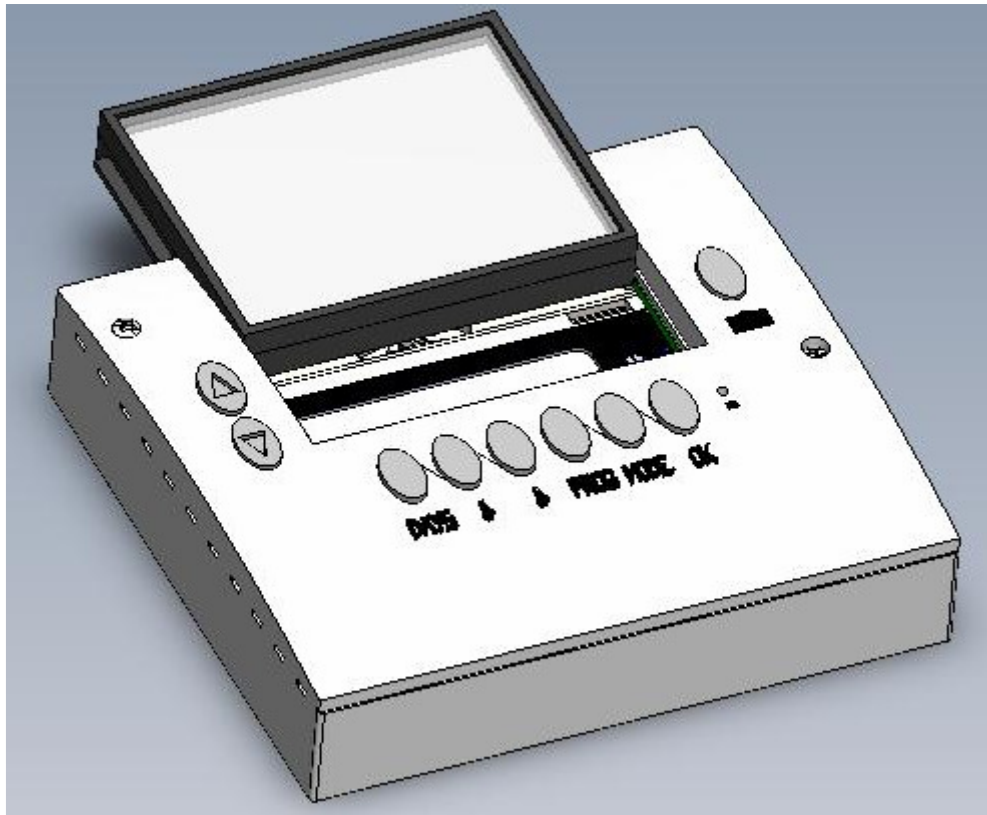
Las ranuras en la pieza exterior son de 2mm de ancho por 60mm de largo:



Una vez practicadas estas ranuras se realizo las aletas correspondientes en la base de la pantalla digital:



Y observamos que la pieza encaja perfectamente en su sitio in posibilidad de salir o deslizarse.

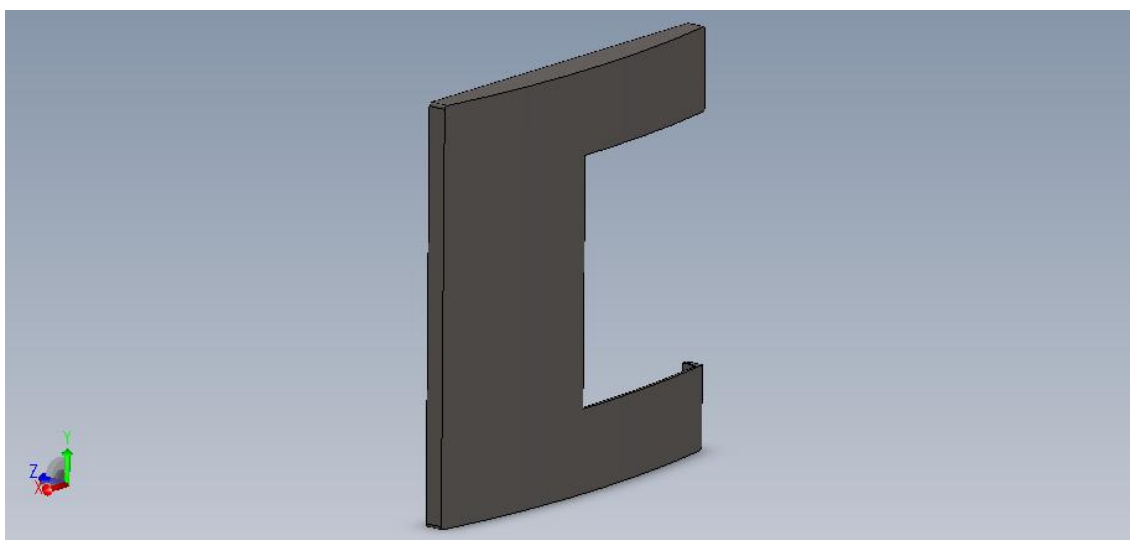
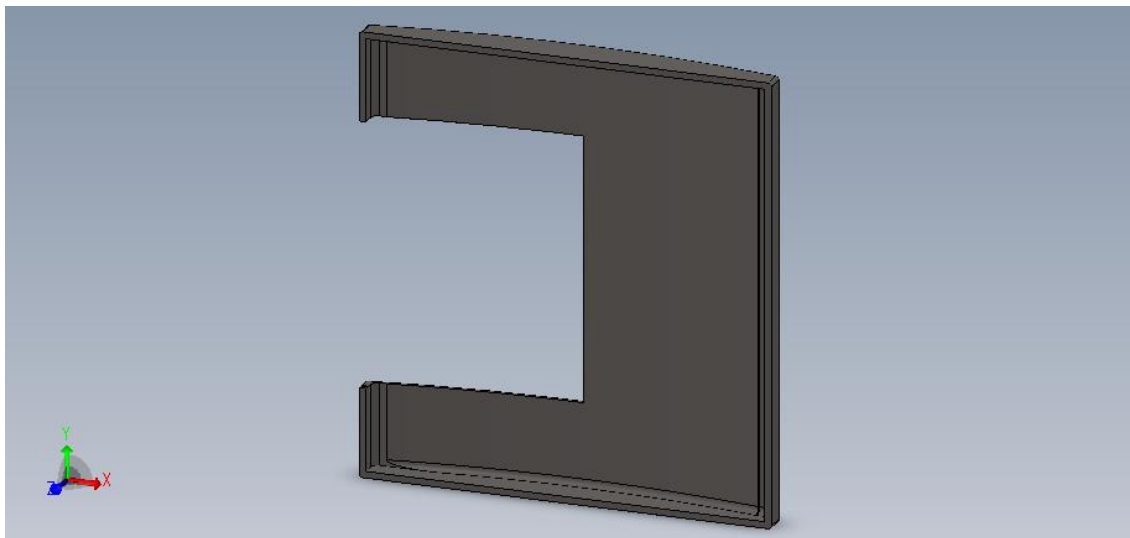


6.2.11 Diseño de la tapa

Una vez realizada esta operación pasamos al diseño de la última pieza que compone el conjunto. Esta pieza es la tapa externa que trata de aislar los comandos del termostato dejando solo visible la pantalla digital.

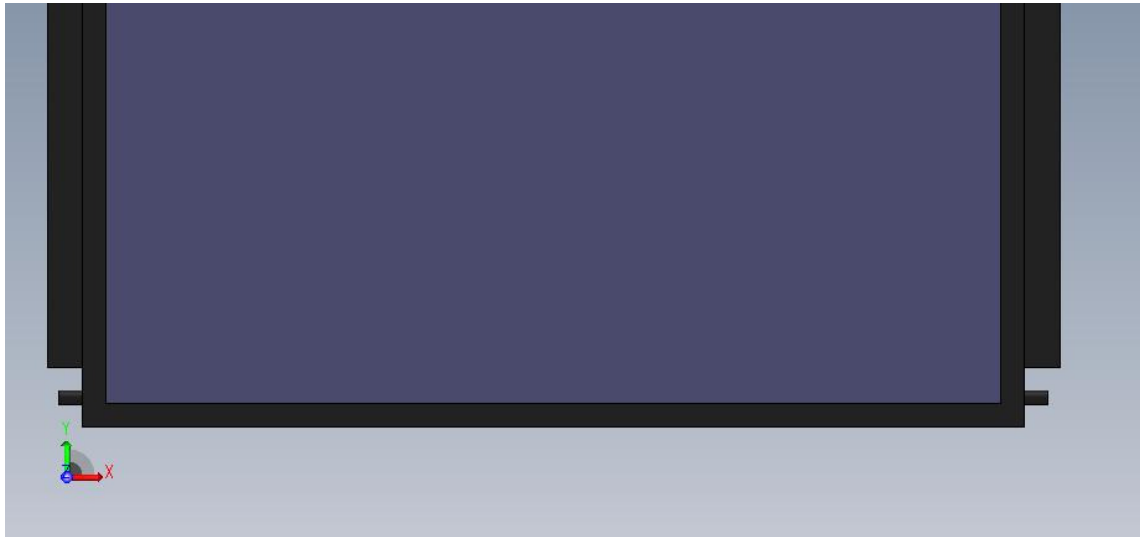
Su diseño ya era previsible ya que debía adaptarse a el contorno de la carcasa exterior pero dejando hueco entre su pared interna y los botones de accionamiento del aparato.

Su forma redondeada le da un toque moderno y de calidad visible a simple vista y hace que el termostato tenga una apariencia muy atractiva desde el punto de vista estético y del consumidor, que encaja tanto en lugares cerrados como al aire libre, y en cualquier tipo de decoración.

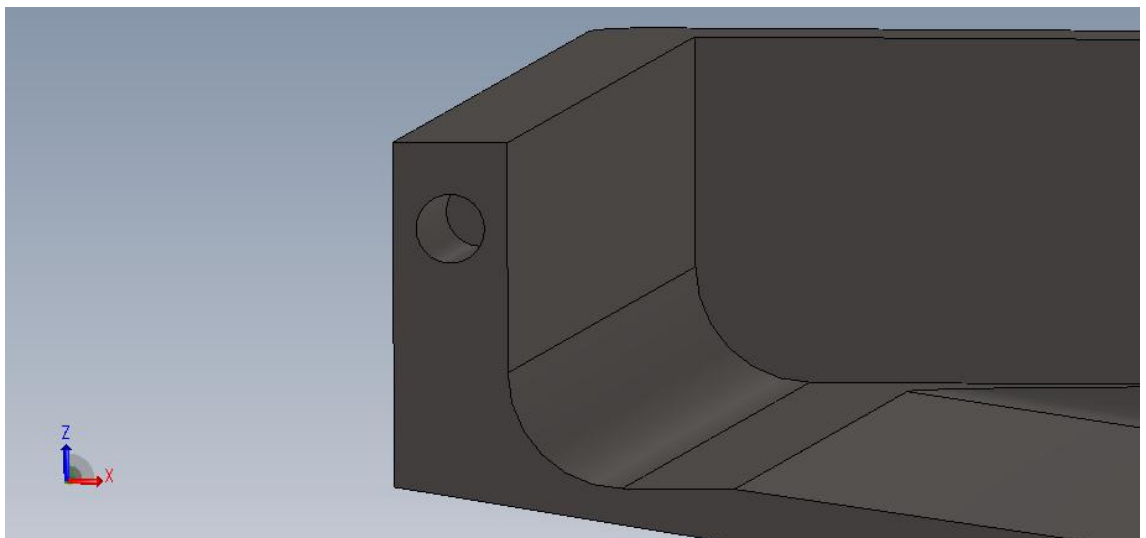


El problema era como sujetar esta tapa en el conjunto de manera que cubriese totalmente la carcasa y permitiese abrirla y cerrarla con facilidad sin necesidad de hacer grandes esfuerzos.

La idea fue colocar en la base de la pantalla digital, la cual sobresale de los límites de la base del termostato, unos salientes de pequeño diámetro y longitud en los cuales esta fuese sujeta y le permitiese girar tanto para abrir como para cerrar el equipo.

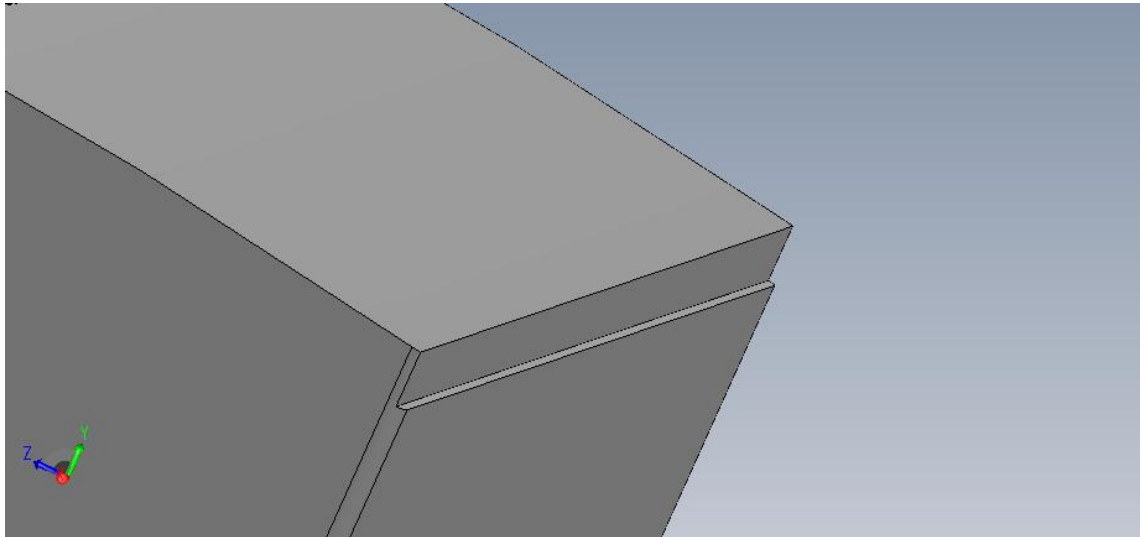


Con lo que también se le realizaron los agujeros correspondientes a la tapa para que estos salientes encajaran perfectamente y permitiesen el movimiento de esta.

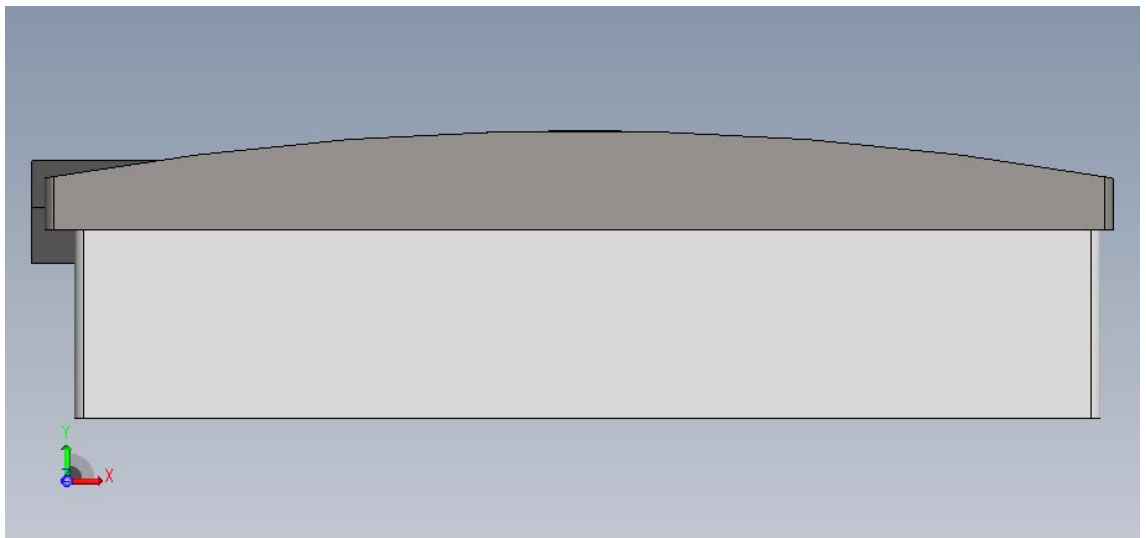


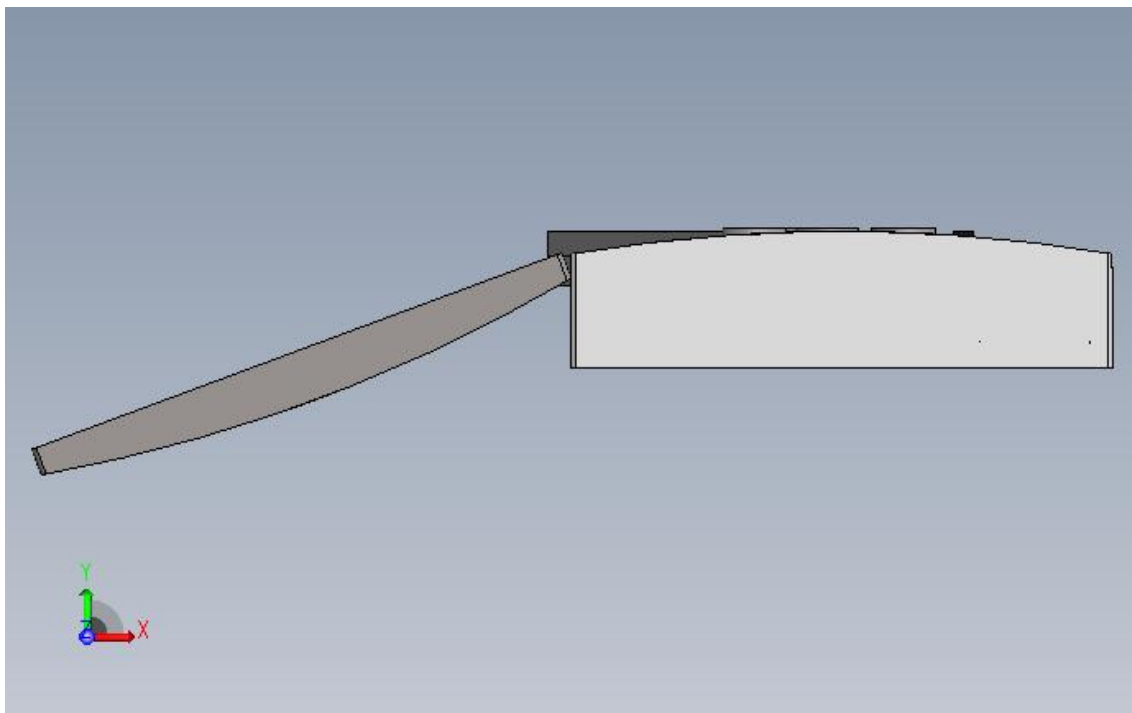
Así el conjunto quedaba bien sujeto permitiendo este grado de libertad. Para colocar la tapa en estos salientes se debe de dilatar un poco la parte inferior de la tapa para introducir los pequeños agujeros en su correspondiente sitio.

Otra cuestión era que hacer para que esta tapa quedase sujeta en su parte inferior al cerrarla, con lo que se izo un pequeño rebaje en el lateral inferior de la carcasa para que esta se parara en esa posición. Con esta condición el ángulo que puede girar es de 200° , hasta que la tapa toca con la carcasa.



Quedando el conjunto de la siguiente manera:

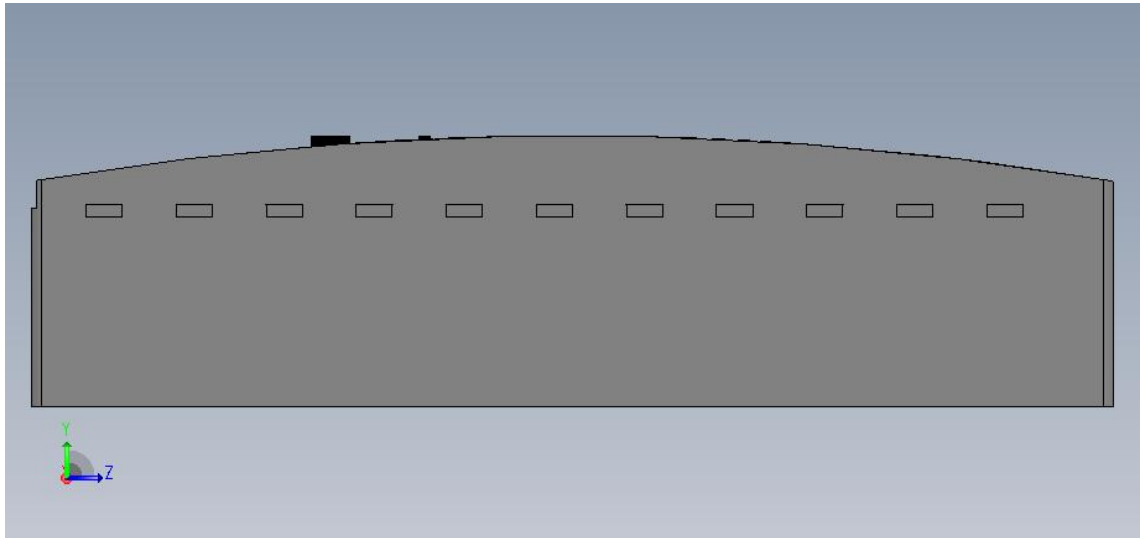




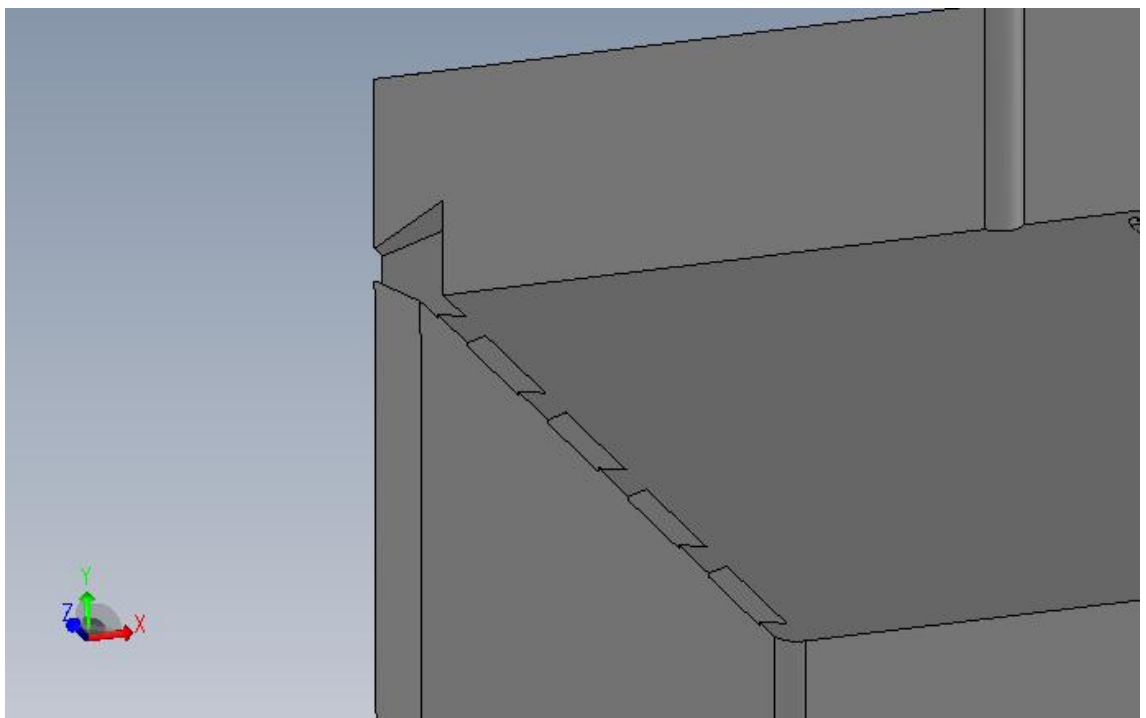
6.2.12 Diseño de las rendijas de ventilación

El último paso realizado en este diseño fue el de colocar unas rendijas de ventilación en la carcasa. Estas rendijas están colocadas en el hueco que hay entre la tapa cuando esta cerrada y el punto mas alto de la base.

Este tipo de rendijas se pueden observar en cualquier otro tipo de termostato. Son tan comunes debido al posible calentamiento interno de este tipo de aparatos ya que al utilizar corriente eléctrica componentes como las placas base, la pantalla digital y en este caso también el emisor pueden sobrecalentarse y afectar al funcionamiento del sistema. Con lo que con unas pequeñas rendijas a cada lado del termostato se permite una mayor ventilación interna, mayor intercambio de calor entre la parte interna y el exterior consiguiendo una pequeña reducción de la temperatura y con esto se consigue que las posibilidades de que surja este problema se reduzcan considerablemente.

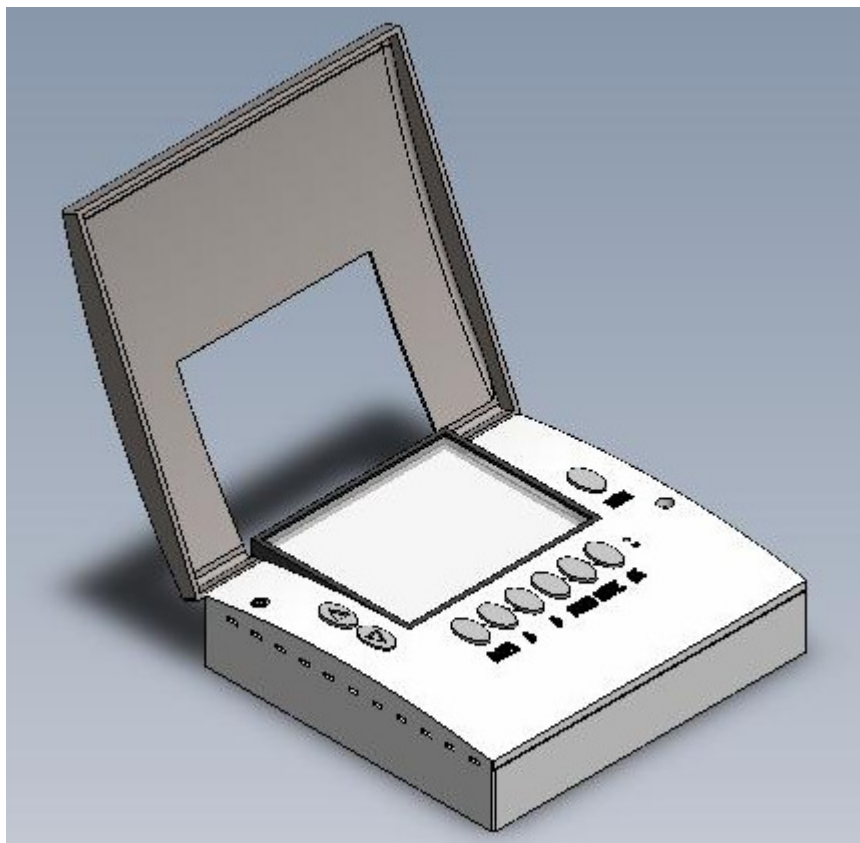
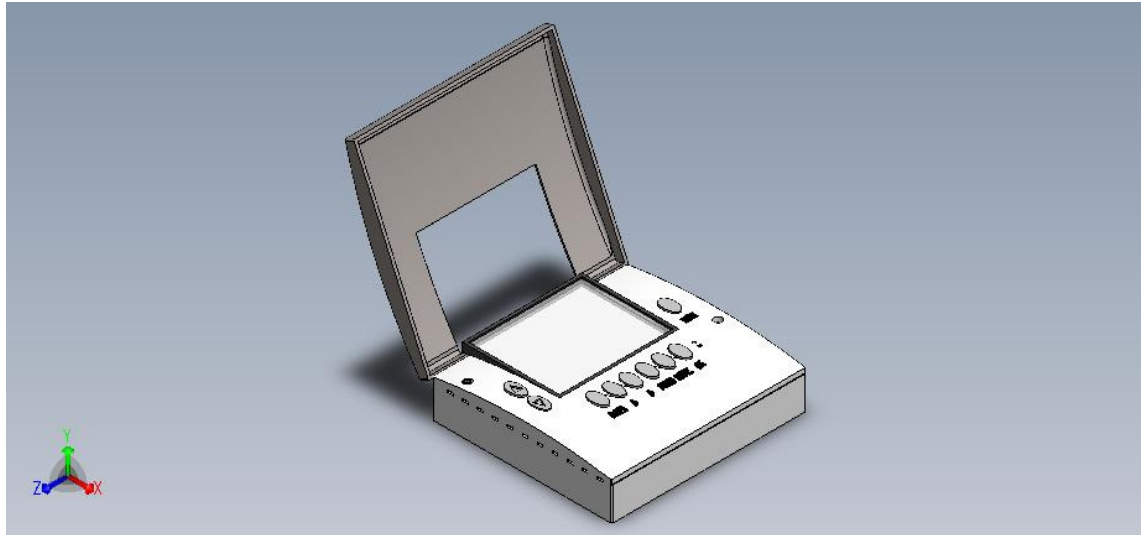


En esta vista de sección se ve claramente las aberturas que permiten el paso del aire y su diseño peculiar:



6.2.13 Diseño final

Tras realizar todos estos pasos de diseño y ensamblaje el termostato ya estaba listo para su fabricación, montaje y perfecto funcionamiento quedando de la siguiente manera:





6.3 CONCLUSIONES

Como decíamos al principio de este documento, los principales objetivos de este proyecto han sido dos: diseñar un prototipo de termostato digital e incorporar en él un emisor de radiofrecuencia para conseguir la acción conjunta de los dos aparatos.

Todo ello se ha basado en la necesidad de reducir el desperdicio de energía, que actualmente ocurre en las instalaciones de calefacción central de millones de viviendas, ya no solo por el ahorro sino también por el medio ambiente y por la necesidad de un planeta más limpio.

Con la sujeción del termostato hemos conseguido amarrar de manera segura el emisor de radiofrecuencia dentro del aparato y con su funcionalidad conjunta conseguimos que la unidad gestora del edificio, situada cerca de la caldera principal, este en contacto con cada uno de estos termostatos. Si una familia requiere servicio de calefacción, el emisor mandara la señal por RF a la unidad gestora y esta se lo da, con lo que se consigue ahorrar energía, ya que si no fuera por este método, la instalación se encuentra en todo momento lista para dar servicio, es decir, consumiendo energía para hacer frente a las pérdidas propias de la instalación en su recorrido común.

También se ha puesto especial empeño en el diseño del termostato, con el que se a querido conseguir algo moderno, que encajara en cualquier vivienda y con cualquier tipo de instalación. Tanto por el color, como por la forma externa y también por la necesidad de disponer de termostatos que no necesitan de cableado, pudiéndose colocar en cualquier sitio y sin tener que colocar las antiestéticas canaletas para llevar el cableado hasta su destino.

El proyecto me ha servido también para aprender a manejar el programa de dibujo tridimensional (Solid Works) y saber la importancia que tiene el diseño en la fabricación de cualquier tipo de pieza o maquina.



7. ANALISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS

7.1 INTRODUCCIÓN.

El Análisis Modal de Fallos y Efectos (AMFE) es una metodología de trabajo en grupo muy estricta para evaluar un sistema, un diseño, un proceso y/o un servicio en cuanto a las formas en las que ocurren los fallos. Para cada fallo, se hace una estimación de su efecto sobre todo el sistema y su seriedad. Además, se hace una revisión de las medidas planificadas con el fin de minimizar la probabilidad de fallo, o minimizar su repercusión.

Puede ser muy técnico (cuantitativo) o no (cualitativo), y utiliza tres factores principales para la identificación de un determinado fallo. Éstos son:

- **Ocurrencia:** frecuencia con la que aparece el fallo. A mayor valor, más frecuente es el fallo.
- **Severidad:** la seriedad del fallo producido. La severidad tiene en cuenta el efecto, y sólo el efecto. La escala va de 1 a 10, siendo el 10 el caso más desfavorable (fallo que causa muertes o penado por la ley).
- **Detectabilidad:** si es fácil o difícil detectar el fallo. A mayor valor en la escala de 1 a 10, mayor es la dificultad de que los sistemas o métodos actuales, conocidos o posibles puedan detectar el fallo.
- **Número de prioridad de riesgo (RPN).** El producto de los valores asignados a los tres criterios nos indica la importancia relativa del fallo.

$$RPN = \text{ocurrencia} \times \text{severidad} \times \text{detectabilidad}$$

El RPN debe ser utilizado para organizar los posibles fallos en función de su importancia. En sí, el RPN no tiene ningún valor. Empezaremos analizando aquellos errores que presenten mayor índice RPN. A igualdad de valor entre dos fallos diferentes, emplearemos la severidad, la detectabilidad y la ocurrencia, en ese orden.

La complicación del análisis dependerá de la complejidad del problema analizado, la que, a su vez, dependerá de la seguridad (si existe peligro para la seguridad de las personas), los efectos de la parada (coste que supone la parada para la empresa), del acceso (si la reparación no está impedida por problemas de acceso) y de la



planificación de reparaciones (si existe una planificación de reparaciones de maquinaria).

Con el fin de llegar a conclusiones válidas, es necesario tener en cuenta los siguientes aspectos:

- **No todos los problemas son importantes.** Precisamente el AMFE nos permite categorizar estos fallos, pero antes tendremos que hacer una preselección.
- **Se necesita conocer el cliente,** en su más amplio sentido, con el fin de determinar las consecuencias del fallo.
- **Se necesita conocer la función.** Es necesario conocer la función a la que se destina el elemento que puede fallar y que estamos analizando, con el fin de llegar a un análisis en profundidad.
- **Se debe tener una orientación a la prevención.** La razón principal del AMFE es detectar las posibles causas de fallo antes de que ocurran.

7.2 RAZÓN DEL AMFE

La necesidad de los directivos de minimizar el riesgo de un diseño o proceso les ha forzado a desarrollar toda una nueva ciencia, la fiabilidad. Dado que se trata de una disciplina con elevado contenido matemático, es difícil de utilizar por los no iniciados. Para paliar este problema surge el AMFE. Se puede decir que el AMFE permite realizar aportaciones a la fiabilidad y seguridad de un diseño o proceso a todo el mundo, no sólo a los especialistas.

Por supuesto, esta necesidad de aumentar de forma constante la fiabilidad y seguridad de nuestros productos surge de las exigencias de los clientes.

Algunos beneficios extras de aplicar el AMFE pueden ser:

- Mejorar la calidad, fiabilidad y seguridad de nuestros productos.
- Mejorar la imagen de la empresa.
- Aumentar la satisfacción de nuestros clientes.
- Ayudar a seleccionar el diseño óptimo.
- Establecer prioridades a la hora de la mejora.



7.3 MEJORA DE LA CALIDAD

El AMFE es un método dirigido hacia la consecución del aseguramiento de la calidad, que mediante un análisis sistemático de un producto, proceso o servicio contribuye a la identificación y prevención de los posibles modos de fallo antes de que aparezcan.

Para cada modo potencial de fallo se calcula un parámetro (Número de Prioridad de Riesgo) que nos da idea de cuales son las causas del fallo sobre las que se debe actuar prioritariamente para evitar que aparezcan o para atenuar sus efectos.

El AMFE permite identificar las variables significativas del proceso/producto que permiten determinar y establecer las acciones correctoras necesarias para la prevención del fallo o la detección del mismo si este se produce.

7.4 TIPOS DE AMFE

Se pueden distinguir tres tipos de AMFE según el tipo de proceso para el que se aplique:

- *AMFE de diseño o desarrollo*, aplicado a procesos de diseño de nuevos productos.
- *AMFE de procesos*, aplicado a procesos de fabricación de un producto.
- *AMFE de sistemas*, aplicado a todos los procesos de la vida de un producto.

Entre ambos existe una correlación, de manera que la realización del AMFE de diseño puede ayudarnos a identificar futuros fallos en los procesos de fabricación en los que se aplicará el AMFE de proceso. A su vez la aplicación de éste último puede desvelarnos errores en el diseño del producto que no habían sido identificados con el AMFE de diseño.

En este caso nos centramos en el AMFE de diseño que se desarrolla en el punto siguiente.



7.5 AMFE DE DISEÑO

En este caso el AMFE se utiliza con el fin de identificar y corregir cualquier fallo potencial o conocido antes de iniciarse el proceso de fabricación definitiva propiamente dicho (antes de su producción cara a la venta), hacia el final de la fase de diseño. Una vez los fallos son detectados, son ordenados y se les asigna una prioridad.

El líder del grupo de trabajo debería ser el ingeniero de diseño, ya que es el que mejor conoce el producto, y se puede asignar al ingeniero de calidad como ayudante. El grupo ha de estar formado como mínimo por el ingeniero de diseño y el de proceso, pero cualquier persona que pueda aportar algo debe ser incorporada, hasta un máximo habitual de 9 personas. El equipo debe ser multidisciplinar y multidepartamental, con el fin de aprovechar la sinergia del grupo.

El centro de atención del grupo debe ser el de identificar las características más importantes del diseño que afectan a su fiabilidad, para mejorarlas en la medida de lo posible. El AMFE es una técnica iterativa que proporciona pensamiento sistemático al desarrollar un nuevo producto, centrando su atención en las siguientes cuestiones:

- ¿Qué puede salir mal durante la vida del servicio del producto?
- ¿En que grado puede salir mal?
- ¿Qué hay que hacer para evitarlo?

7.6 PASOS PARA LLEVAR A CABO UN AMFE.

A continuación, se indican los pasos necesarios para la aplicación del método AMFE para diseños:

7.6.1 Nombre del producto y componente.

No sólo se incluirá el nombre del producto sobre el que se aplica el AMFE, sino el de todos los subconjuntos y componentes que lo forman.



7.6.2 Función.

Se incluyen las funciones de cada uno de los componentes.

7.6.3 Modo de fallo.

Un modo de fallo significa que un elemento no satisface o no funciona de acuerdo con las especificaciones o con lo que se espera de él. Un fallo puede no ser inmediatamente detectable por el cliente y sin embargo hay que considerarlo como tal. Debemos tener en cuenta también los fallos potenciales que sólo aparecerían bajo ciertas condiciones extremas de funcionamiento.

7.6.4 Efectos del fallo.

Suponiendo que el fallo ha ocurrido, se describirán los efectos del mismo tal como lo haría el cliente (tanto interno como externo). Los efectos corresponden al síntoma.

Cuando se analice una parte o componente se tendrá también en cuenta la repercusión en todo el sistema. Si un modo de fallo tiene muchos efectos, aunque inicialmente se considerarán todos, en el proceso de "Evaluación de la prioridad" sólo se tendrá en cuenta el efecto más grave.

7.6.5 Gravedad del fallo.

El índice de gravedad (G) o severidad (S) valora el nivel de las consecuencias sentidas por el cliente debidas a los efectos de cada modo de fallo. Este índice crece en función de la insatisfacción que aparezca en el cliente, la degradación de las prestaciones, la rapidez de aparición de la avería o el coste de reparación.

Para objetivar la asignación de valores a se utiliza la siguiente clasificación de severidad de cada efecto de fallo:



Criterio	Valores de S/G
Ínfima. El efecto sería imperceptible para el usuario.	1
Escasa. El cliente puede notar el fallo, pero sólo provoca una ligera molestia.	2-3
Baja. El cliente nota el fallo y le produce cierto enojo.	4-5
Moderada. El fallo produce disgusto e insatisfacción en el cliente.	6-7
Elevada. El fallo es crítico, provocando alto grado de insatisfacción en cliente.	8-9
Muy elevada. El fallo implica problemas de seguridad o de no conformidad con los reglamentos en vigor.	10

Tabla 7.1. Valores de gravedad de fallo.

7.6.6 Características críticas.

Siempre que la gravedad sea 9 ó 10, y que la frecuencia y detección sean superiores a 1, consideramos el fallo como crítico. Las características asociadas al modo fallo se identificarán en el plan de control, en el documento AMFE, y en el plano si le corresponde.

7.6.7 Causa de fallo.

Todas las causas potenciales de fallo atribuibles a cada modo de fallo. Una causa de fallo se define como indicio de una debilidad del diseño o proceso cuya consecuencia es el modo de fallo. Las causas de fallo deben ser descritas de forma concreta y específica.

7.6.8 Probabilidad de ocurrencia.

Ocurrencia se define como la probabilidad de que una causa específica se produzca y dé lugar al modo de fallo. Se aplicará un índice de ocurrencia (O) para cada posible causa de fallo.

Para calcular la ocurrencia debemos tener en cuenta no sólo la probabilidad de que se produzca la causa potencial del fallo, sino también la probabilidad de que una vez que ha aparecido la causa, se produzca el fallo. Para reducir el índice de frecuencia conviene cambiar el diseño o mejorar los sistemas de prevención y/o control para impedir que se produzca la causa de fallo.



Criterio (Probabilidad de ocurrencia)	Valores de O
Muy escasa probabilidad de ocurrencia. Defecto inexistente en el pasado	1
Escasa probabilidad de ocurrencia. Muy pocos fallos en circunstancias pasadas similares.	2-3
Moderada probabilidad de ocurrencia. Defecto aparecido ocasionalmente.	4-5
Frecuente probabilidad de ocurrencia. Fallos de cierta frecuencia en el pasado.	6-7
Elevada probabilidad de ocurrencia. Fallo bastante frecuente en el pasado.	8-9
Muy elevada probabilidad de fallo. El fallo se produce frecuentemente	10

Tabla 7.2. Valores de probabilidad de ocurrencia

7.6.9 Controles actuales.

Se reflejarán todos los controles existentes en la actualidad para prevenir las causas del fallo y detectar el efecto resultante. Los controles deben modificarse en caso de que hayan quedado obsoletos.

7.6.10 Probabilidad de no detección.

Este índice indica la probabilidad de que la causa y/o modo de fallo, supuestamente aparecido, llegue al cliente. En el AMFE debe estar descrita la forma de detección prevista que, por lo general, será alguno de los sistemas de control utilizados, pero que también puede ser la no montabilidad, los cálculos de ingeniería, ensayos, etc.

Criterio (Probabilidad de no detección)	Valores de D
Muy escasa. El efecto es obvio. Resulta muy improbable que no sea detectado.	1
Escasa. El defecto podría pasar algún control primario, pero sería detectado.	2-3
Moderada. El defecto es una característica de fácil detección.	4-5
Frecuente. Defectos de difícil detección que con relativa frecuencia llegan al cliente.	6-7
Elevada. El defecto es de difícil detección mediante los sistemas convencionales de control.	8-9
Muy elevada. El defecto, con mucha probabilidad, llegará al cliente.	10

Tabla 7.3. Valores de probabilidad de no detección.



7.6.11 Número de prioridad de riesgo (NPR).

Es el producto de la probabilidad de ocurrencia (O), la gravedad del fallo (G), y la probabilidad de no detección (D). Debe ser calculado para todas las causas de fallo. Las acciones correctoras serán prioritarias para las causas de fallo con mayor NPR, por encima de un valor frontera determinado, y con mayor severidad de fallo.

En el caso de un AMFE de diseño para un producto se toman acciones siempre que $NPR \geq 100$.

7.6.12 Acción correctora.

Se hace una breve descripción de la acción correctora recomendada. El orden de preferencia para las acciones correctoras es:

- Cambio en el diseño del producto o servicio.
- Cambio en el proceso de fabricación.
- Incremento del control o de la inspección.

No sólo hay que atender al NPR sino aquellas causas de fallo con índice de severidad de 10. Con las acciones correctoras sólo se pueden cambiar los índices de frecuencia y de detección, ya que la gravedad es algo innato al fallo. Siempre será mejor tratar de prevenir fallos que el detectarlos una vez que se hayan producido.

7.6.13 Definir responsables.

Se indican los responsables y, si se cree necesario, las fechas de implantación de las acciones correctoras.

7.6.14 Acciones realmente implantadas.

Aunque no coincidan con las inicialmente pensadas.



7.6.15 Nuevo Numero de Prioridad de Riesgos

Gracias a las acciones correctoras adoptadas, los índices de probabilidad de ocurrencia (O), la gravedad (G), y/o la probabilidad de no detección (D), habrán disminuido y en consecuencia el NPR. Este proceso debe ser iterativo hasta que se consigan los NPR deseados para cada modo de fallo.

7.7 PLANTILLA PARA AMFE

Para la correcta realización de este método se cuenta con una plantilla, en la cual se encuentran todos los apartados anteriormente mencionados (apartado 6). Se realiza con la finalidad de documentar los procesos en un formato accesible para futuros equipos de diseño.

En la página siguiente se muestra un ejemplo de dicha tabla.



ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS DE DISEÑO					Nº DE HOJA: 1		FECHA:		
Proceso			Proveedores externos afectados			Ingeniero			
Responsabilidad principal del proceso			Año del modelo			Supervisor			
Otros OD(s) o ODP(s) comprometidos			Emisión de producción programada			Fecha del AMFE			
NOMBRE DE PRODUCTO	OPERACIÓN O FUNCIÓN	MODO DE FALLO	EFECTOS DEL FALLO	G	CAUSAS DEL FALLO	0	CONTROL ACTUAL	D	NPR



7.8 AMFE PARA TERMOSTATO

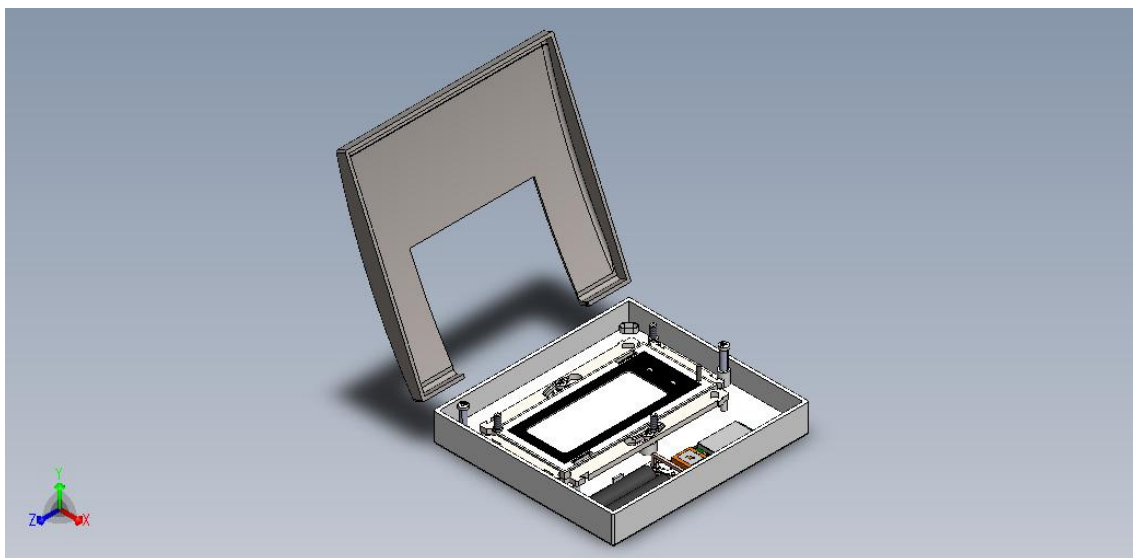
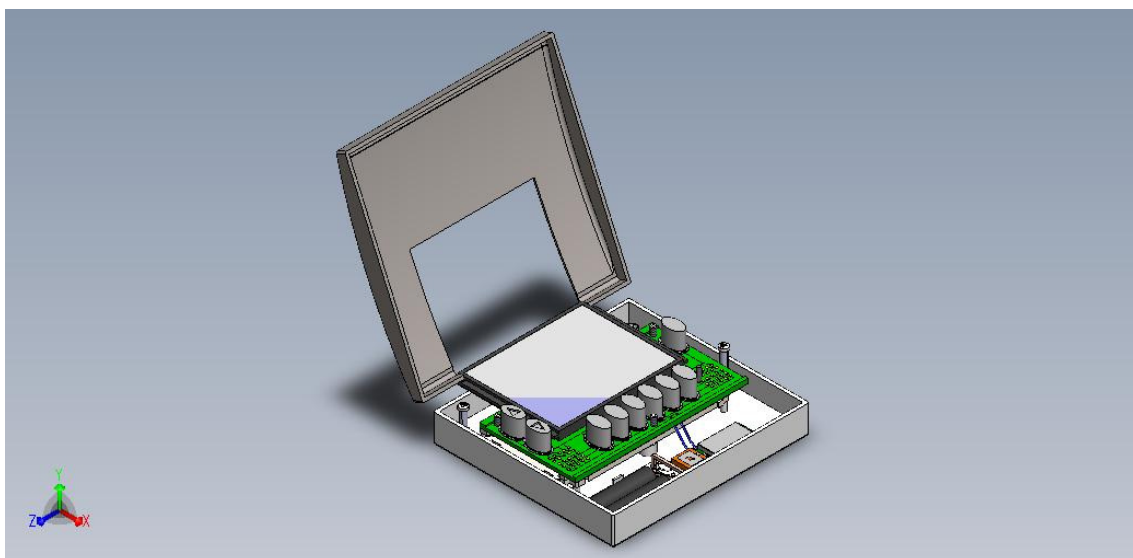
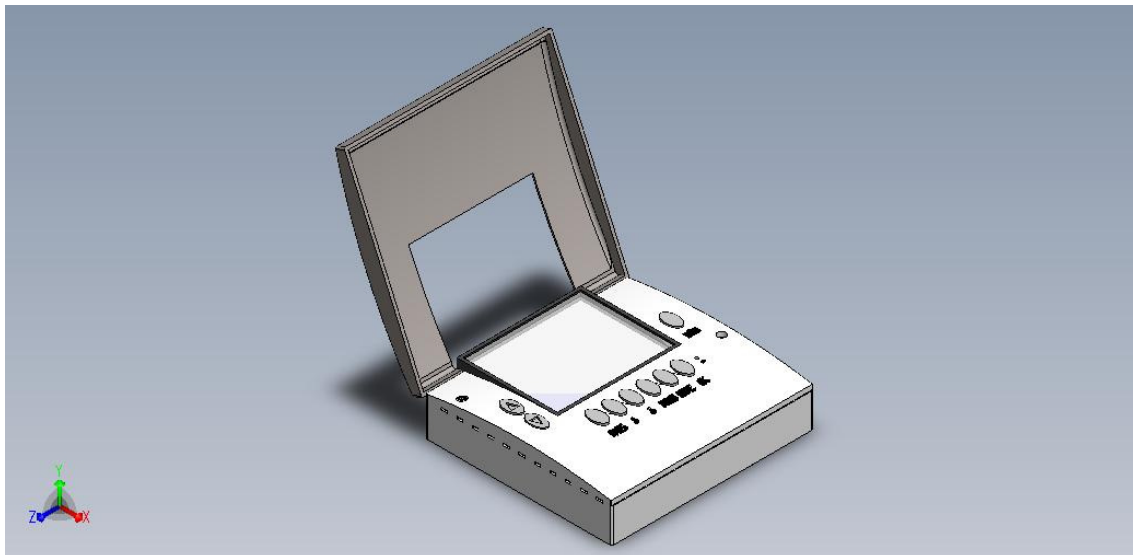
7.8.1 Objetivo de estudio

Termostato digital programable con dispositivo de radiofrecuencia para el ahorro de energía en calefacciones centrales.

7.8.2 Componentes:

El termostato esta formado por los siguientes componentes:

- **Base.**
- **Carcasa exterior.**
- **Tapa.**
- **Tornillos:** tres para la sujeción de la placa base principal a la carcasa, dos para el amarre de base y carcasa, dos para la sujeción del emisor al termostato y el último para empotrar la otra placa con la base.
- **Botones:** consta de tres, dos similares para las funciones del termostato con la única diferencia de la preinscripción en la cara superior y el otro el botón reset, para el reseteo del equipo.
- **Metales pila:** dos diferentes para llevar la electricidad a las desde las pilas a las placas base, emisor y pantalla digital.
- **Sujeción emisor.**
- **Recipiente emisor.**
- **Emisor.**
- **Base de pantalla digital:** compuesta por una carcasa exterior y un cristal interno con leds incrustados.
- **Carcasa pantalla:** compuesta por una protección exterior y un cristal translucido para la seguridad y conservación de el cristal de leds.
- **Pilas:** 2 de 1.5v cada una, para el funcionamiento del sistema.
- **Cableado:** para conectar las pilas con las placas base y emisor.





7.9 TABLAS AMFE

ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS DE DISEÑO					Nº DE HOJA: 1		FECHA:		
Proceso			Proveedores externos afectados				Ingeniero		
Responsabilidad principal del proceso			Año del modelo				Supervisor		
Otros OD(s) o ODP(s) comprometidos			Emisión de producción programada				Fecha del AMFE		
NOMBRE DE PRODUCTO	OPERACIÓN O FUNCIÓN	MODO DE FALLO	EFECTOS DEL FALLO	G	CAUSAS DEL FALLO	0	CONTROL ACTUAL	D	NPR
Base	Elemento inferior del termostato donde se sujetan la mayoría de sus componentes y sirve de amarre a la pared	Base deforme	Mala colocación al colocar la carcasa exterior	7	Material defectuoso.	1		4	28
					Espesor de material incorrecto			5	35
		Rotura de las columnas de sujeción del emisor	Mala colocación del emisor. Posible movimiento interno y el no funcionamiento de la señal de radiofrecuencia	8	Mala calidad del material.	2		5	80
					Diámetros muy pequeños.			4	64
					Cargas de trabajo superiores a las diseñadas.			4	64
		Rotura de los pasos de tornillo	Imposible sujetar la carcasa con la base	9	Mala calidad del material.	1		5	45
					Cargas de trabajo superiores a las diseñadas			4	36
		Rotura de las patillas del compartimento de las pilas	Posible caída de las pilas	9	Material defectuoso	2		5	90
					Espesor muy pequeño			5	90

ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS DE DISEÑO					Nº DE HOJA: 2		FECHA:		
Proceso			Proveedores externos afectados				Ingeniero		
Responsabilidad principal del proceso			Año del modelo				Supervisor		
Otros OD(s) o ODP(s) comprometidos			Emisión de producción programada				Fecha del AMFE		
NOMBRE DE PRODUCTO	OPERACIÓN O FUNCIÓN	MODO DE FALLO	EFFECTOS DEL FALLO	G	CAUSAS DEL FALLO	0	CONTROL ACTUAL	D	NPR
Carcasa exterior	Elemento superior del termostato que cubre los componentes interno y alberga a los botones que dan funcionalidad al sistema	Rotura de los salientes del paso de tornillo	Imposible montaje del ensamblaje	9	Mala calidad del material.	1		4	36
					Cargas de trabajo superiores a las diseñadas			4	36
		Desgaste de las inscripciones exteriores	No saber la función de cada botón	6	Mala calidad de pintura y material.	2		4	48
		Rotura de los salientes para la sujeción de los botones	Mala sujeción y pérdida de los botones	8	Espesor demasiado pequeño. Mala calidad del material.	2		5 5	80 80
		Desgaste de la rosca de los tornillos	Imposible sujeción de la placa base	6	Material de calidad mediocre para pasos de rosca.	1		5	30

ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS DE DISEÑO					Nº DE HOJA: 3		FECHA:		
Proceso			Proveedores externos afectados			Ingeniero			
Responsabilidad principal del proceso			Año del modelo			Supervisor			
Otros OD(s) o ODP(s) comprometidos			Emisión de producción programada			Fecha del AMFE			
NOMBRE DE PRODUCTO	OPERACIÓN O FUNCIÓN	MODO DE FALLO	EFFECTOS DEL FALLO	G	CAUSAS DEL FALLO	0	CONTROL ACTUAL	D	NPR
Tapa	Electo para proteger los botones de accionamiento y darle un toque de modernidad al termostato	Tapa deforme	No se protege adecuadamente los botones de accionamiento con la posibilidad de activarlos sin querer	7	Material defectuoso.	1		4	28
					Espesor de material incorrecto.			5	35
		Rotura de los agujeros de sujeción de la tapa en el termostato	Imposible colocación de la tapa y botones de accionamiento desprotegidos	9	Mala calidad de material. Cargas de trabajo superiores a las diseñadas.	1		4 4	36 36



ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS DE DISEÑO					Nº DE HOJA: 4		FECHA:		
Proceso			Proveedores externos afectados				Ingeniero		
Responsabilidad principal del proceso			Año del modelo				Supervisor		
Otros OD(s) o ODP(s) comprometidos			Emisión de producción programada				Fecha del AMFE		
NOMBRE DE PRODUCTO	OPERACIÓN O FUNCIÓN	MODO DE FALLO	EFFECTOS DEL FALLO	G	CAUSAS DEL FALLO	0	CONTROL ACTUAL	D	NPR
Metales pila	Sirven para conducir la electricidad de las pilas a los cables que van hasta la placa base	Metales deformes	Posible no colocación en sus ranuras correspondientes	9	Espesor de material incorrecto.	2		5	90
					Material defectuoso.			5	90
		Mal paso de la electricidad	Mal o no funcionamiento del termostato.	9	Material defectuoso.	1		6	54
					Mala elección de material.			4	36
		Rotura de la patilla del metal	No funcionamiento del emisor al no conducirse electricidad	9	Espesor muy pequeño.	2		4	72
					Excesiva presión en la colocación de las pilas			5	90

ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS DE DISEÑO					Nº DE HOJA: 5		FECHA:		
Proceso			Proveedores externos afectados				Ingeniero		
Responsabilidad principal del proceso			Año del modelo				Supervisor		
Otros OD(s) o ODP(s) comprometidos			Emisión de producción programada				Fecha del AMFE		
NOMBRE DE PRODUCTO	OPERACIÓN O FUNCIÓN	MODO DE FALLO	EFFECTOS DEL FALLO	G	CAUSAS DEL FALLO	0	CONTROL ACTUAL	D	NPR
Botones	Sirven para accionar la funcionalidad del termostato	Rotura de la sujeción	Posible caída y pérdida del botón	8	Material de mala calidad.	2		5	80
					La carga de trabajo sobrepasa la carga diseñada			4	64
					Espesor de material inapropiado			5	80
		Imposible montaje con la carcasa exterior	No se pueden colocar	9	Dimensiones de material incorrectas	1		3	27



ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS DE DISEÑO					N° DE HOJA: 6		FECHA:		
Proceso			Proveedores externos afectados				Ingeniero		
Responsabilidad principal del proceso			Año del modelo				Supervisor		
Otros OD(s) o ODP(s) comprometidos			Emisión de producción programada				Fecha del AMFE		
NOMBRE DE PRODUCTO	OPERACIÓN O FUNCIÓN	MODO DE FALLO	EFFECTOS DEL FALLO	G	CAUSAS DEL FALLO	0	CONTROL ACTUAL	D	NPR
Sujeción del emisor	Va atornillada a la base y sirve para amarrar el recipiente del emisor y este al conjunto	Rotura de las esquinas exteriores	Posibilidad de movimiento y desconexión del emisor	7	Material defectuoso	2		4	56
		Rotura de las aletas de la parte interna	Imposible la sujeción del la base del emisor	9	Material defectuoso La carga de trabajo sobrepasa la carga diseñada	1		4 4	36 36
		Sujeción deforme	Imposible amarre de la pieza	8	Material defectuoso	1		5	40
		Desgaste de los salientes de sujeción de los tornillos	La estabilidad de esta pieza con la base es mala y tiene holgura	6	Material de mala calidad Tornillo roscado con demasiada fuerza	3		5 4	90 72



ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS DE DISEÑO					N° DE HOJA: 7		FECHA:		
Proceso			Proveedores externos afectados			Ingeniero			
Responsabilidad principal del proceso			Año del modelo			Supervisor			
Otros OD(s) o ODP(s) comprometidos			Emisión de producción programada			Fecha del AMFE			
NOMBRE DE PRODUCTO	OPERACIÓN O FUNCIÓN	MODO DE FALLO	EFFECTOS DEL FALLO	G	CAUSAS DEL FALLO	0	CONTROL ACTUAL	D	NPR
Recipiente emisor	Protege y sujeta de manera eficaz el emisor dentro del termostato	Rotura de los salientes de sujeción	Imposible colocación eficaz con la sujeción	9	Material defectuoso.	2		5	90
					La carga de trabajo sobrepasa la carga diseñada.			4	72
		El emisor no encaja	Imposible colocación de aparto de radiofrecuencia dentro del termostato	9	Fallo de diseño.	1		3	27
					Espesor lateral demasiado grande.			5	45

ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS DE DISEÑO					Nº DE HOJA: 8		FECHA:		
Proceso			Proveedores externos afectados				Ingeniero		
Responsabilidad principal del proceso			Año del modelo				Supervisor		
Otros OD(s) o ODP(s) comprometidos			Emisión de producción programada				Fecha del AMFE		
NOMBRE DE PRODUCTO	OPERACIÓN O FUNCIÓN	MODO DE FALLO	EFFECTOS DEL FALLO	G	CAUSAS DEL FALLO	0	CONTROL ACTUAL	D	NPR
Base de la pantalla digital	Contiene el cristal de leds que reproduce los comandos de funcionamiento	Base de pantalla digital deforme	No encaja con la carcasa exterior	8	Material defectuoso	1		3	24
					Espesor de material incorrecto			4	32
		Rotura de los salientes de sujeción de la tapa	No se puede colocar la tapa del termostato	8	Material de mala calidad	2		5	80
					Salientes de pequeño diámetro			4	64
					La carga de trabajo sobrepasa a la carga diseñada			4	64
		Rotura de las aletas de sujeción con la carcasa exterior	No se puede insertar la pantalla en el ensamblaje	9	Material de mala calidad	2		4	72



ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS DE DISEÑO					N° DE HOJA: 9		FECHA:		
Proceso			Proveedores externos afectados				Ingeniero		
Responsabilidad principal del proceso			Año del modelo				Supervisor		
Otros OD(s) o ODP(s) comprometidos			Emisión de producción programada				Fecha del AMFE		
NOMBRE DE PRODUCTO	OPERACIÓN O FUNCIÓN	MODO DE FALLO	EFFECTOS DEL FALLO	G	CAUSAS DEL FALLO	0	CONTROL ACTUAL	D	NPR
Carcasa de la pantalla digital	Sirve para la proteger el cristal de leds	Carcasa deforme	No encaja con la base ni con la carcasa exterior	9	Material defectuoso	1		4	36
		Posible rotura del cristal	El cristal de leds queda desprotegido	8	Material de mala calidad	1		4	32



ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS DE DISEÑO					Nº DE HOJA: 10		FECHA:		
Proceso			Proveedores externos afectados				Ingeniero		
Responsabilidad principal del proceso			Año del modelo				Supervisor		
Otros OD(s) o ODP(s) comprometidos			Emisión de producción programada				Fecha del AMFE		
NOMBRE DE PRODUCTO	OPERACIÓN O FUNCIÓN	MODO DE FALLO	EFFECTOS DEL FALLO	G	CAUSAS DEL FALLO	0	CONTROL ACTUAL	D	NPR
Cableado	Permite que la corriente eléctrica pase de las pilas a todos los componentes que la requieren	Desconexión de uno de los cables	El termostato y emisor dejan de funcionar	9	Cables de mala calidad.	1		4	36
					Cables mal colocados en sus respectivas conexiones.			4	36



ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS DE DISEÑO					Nº DE HOJA: 1		FECHA:		
Proceso			Proveedores externos afectados			Ingeniero			
Responsabilidad principal del proceso			Año del modelo			Supervisor			
Otros OD(s) o ODP(s) comprometidos			Emisión de producción programada			Fecha del AMFE			
NOMBRE DE PRODUCTO	OPERACIÓN O FUNCIÓN	MODO DE FALLO	EFFECTOS DEL FALLO	G	CAUSAS DEL FALLO	0	CONTROL ACTUAL	D	NPR
Tornillos	Agarre de los componentes del termostato	Rotura prematura del tornillo	Los componentes internos quedan sueltos y el termostato se puede estropear	8	Defecto de diseño o de cálculo.	1		4	32
					Dimensiones o calidades no adecuadas	2			64
		Deterioro de la rosca	Los componentes internos tienen una pequeña holgura	7	Defecto de fabricación por la calidad del material	2		5	70
					Defecto dimensional en lo que respecta a las tolerancias que debe tener el roscado	1			35
		Rotura del tornillo o deterioro de la rosca	Montaje deficiente	8	Exceso de apriete	1		3	24
		Deterioro del tornillo	Imposible montaje del conjunto	8	ataque de la oxidación y corrosión	1		4	32



7.10 CONCLUSIONES AMFE

Tras la realización del AMFE observamos que ningún Índice de Prioridad de Riesgo es crítico ya que ninguno es superior a 90 por lo que no es necesario realizar cálculos por resistencia de materiales o elementos finitos.

El termostato es un conjunto que no tiene que soportar grandes cargas, esfuerzos cortantes, axiales ni torsores. La única carga a soportar es la vertical ejercida por el dedo de quien acciona los botones de este, con lo que supone como máximo una fuerza del valor de 5 Newton.

Para ello la carcasa exterior cuenta con un grosor de 1cm el cual es suficiente para aguantar esta presión.

También las sujeciones de los botones son las que tienen que aguantar esta presión, pese a que son de pequeño espesor, no tiene ningún problema para ello ya que el recorrido de la base del botón al punto de accionamiento de la placa base esta a menos de 1mm, y la placa base esta sujeta a la carcasa por 3 tornillos con lo que también absorbe esta presión sin sufrir daño alguno.



8. BIBLIOGRAFÍA

- Materiales y procesos de fabricación de E.P Desarmo, J.T. BLACK, R.A.KOHSE Editorial Reverté, S.A. Volumen 1.
- Ingeniería de los materiales plásticos, Ramos Carpio De María Ruiz.
- Diseño industrial y su estética de Guillo Dorfles; traducción de J.M. García de la Mora; prologo de Alexandre Cirici.
- Caucho y plástico de de Daniel Andrew, CEIN.
- Apuntes asignatura Diseño Industrial, Pedro Mª Villanueva Roldan Asignatura cursada en UPNA 2009.
- www.wikipedia.com.
- www.webelectronica.com
- www.aubetech.com
- www.goodfellow.com/sp/
- www.repsol.com/es_es/energia-casa/clima-confort/reportajes/pon_a_punto_tu_calefaccion.aspx
- www.repsol.com/es_es/energia-casa/clima-confort/reportajes/ahorrar_energia_termostatos.aspx



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL MECÁNICO

“DESARROLLO DE SOLUCIÓN TÉCNICA PARA LA INTEGRACIÓN DE SISTEMAS DE COMUNICACIÓN VIA RADIOFRECUENCIA”

DOCUMENTO 2: PRESUPUESTO

JAVIER AUTOR QUEL

SARA MARCELINO

Pamplona, 14/4/2011



INDICE

1. PRESUPUESTO	2
1.1 INTRODUCCIÓN	2
1.2 PARTIDA DE INGENIERÍA.....	2
1.3 PARTIDA DE FABRICACIÓN.....	3
1.4 PARTIDA DE COMPONENTES COMERCIALES.....	13
1.5 PARTIDA DE MONTAJE AJUSTES Y PRUEBAS	15
1.6 COSTE TOTAL DEL TERMOSTATO.....	16
1.7 COSTE DE INYECCIÓN Y COSTE UNITARIO	17



1. PRESUPUESTO

1.1 INTRODUCCIÓN

En este volumen se van a reflejar todos los costes derivados del diseño, fabricación, adquisición de materiales y puesta en marcha del molde objeto del presente diseño.

Para la elaboración del presupuesto, se separa cada concepto presupuestable en partidas, teniendo la partida de ingeniería, la de fabricación, la de elementos comerciales, y la de montaje y ajuste.

Se realizará una suma total de todos los conceptos susceptibles de ser presupuestados resultando en un coste total al cual no le aplicaremos el IVA ya que es un impuesto recaudatorio que no contempla los trabajos realizados.

Por último, realizaremos una evaluación del coste unitario por pieza, que será el dato que necesitará el cliente para conocer el plazo de amortización del termostato.

1.2 PARTIDA DE INGENIERÍA

La partida de ingeniería contempla todo aquel importe relacionado con el proyecto y el diseño del molde sin contar con su ejecución.

Este capítulo está dividido en dos apartados con los cuales ordenaremos de una manera clara los costes derivados del proyecto.

El primer apartado incluye las tarifas de ingeniería las cuales se refieren al coste por hora de los diferentes profesionales involucrados en el proyecto del molde.

El segundo apartado contiene los conceptos imputables y el coste de ingeniería que resumidos en una tabla nos darán el coste total de ingeniería.

Tarifas de ingeniería

En el coste de ingeniería está implicado un tipo de profesional. En el cuadro que se presenta a continuación se desglosa el coste por hora del profesional implicado en este concepto

Tipo de profesional	Tarifa(€/h)
Alumno(ingeniero técnico)	30

Conceptos imputables y coste total de ingeniería

Los conceptos imputables a nivel de ingeniería son todos aquellos puntos que han sido desarrollados durante la elaboración del proyecto.

En la siguiente tabla se resumen todos los conceptos así como la cantidad de horas empleadas en cada uno de ellos, para que al final, relacionándolos con las tarifas de ingeniería, obtengamos un coste total de ingeniería.

CONCEPTO IMPUTABLE	HORAS	TARIFA(€/H)	TOTAL (€)
Anteproyecto	32	30	960
Estudio de la pieza	16	30	480
Diseño conjunto	120	30	3.600
Elaboración plano conjunto	20	30	600
Elaboración planos despiece	8	30	240
Elaboración memoria técnica	30	30	900
TOTAL	226		6.780

Por tanto, el precio total correspondiente a la partida de ingeniería asciende a **6.780,00 €**.

1.3 PARTIDA DE FABRICACIÓN

En la partida de fabricación imputaremos la adquisición de materiales necesarios para la fabricación de los componentes.

Para hacer esto, primeramente elaboramos una tabla con los diferentes componentes, enumerando cada uno de ellos en el despiece del conjunto y mostrando la cantidad de piezas necesarias de cada uno, además del material que se componen.

Después mostramos una tabla del precio de los materiales y el coste de fabricación o compra de cada elemento.

Primero se muestra el despiece del termostato con sus componentes numerados:

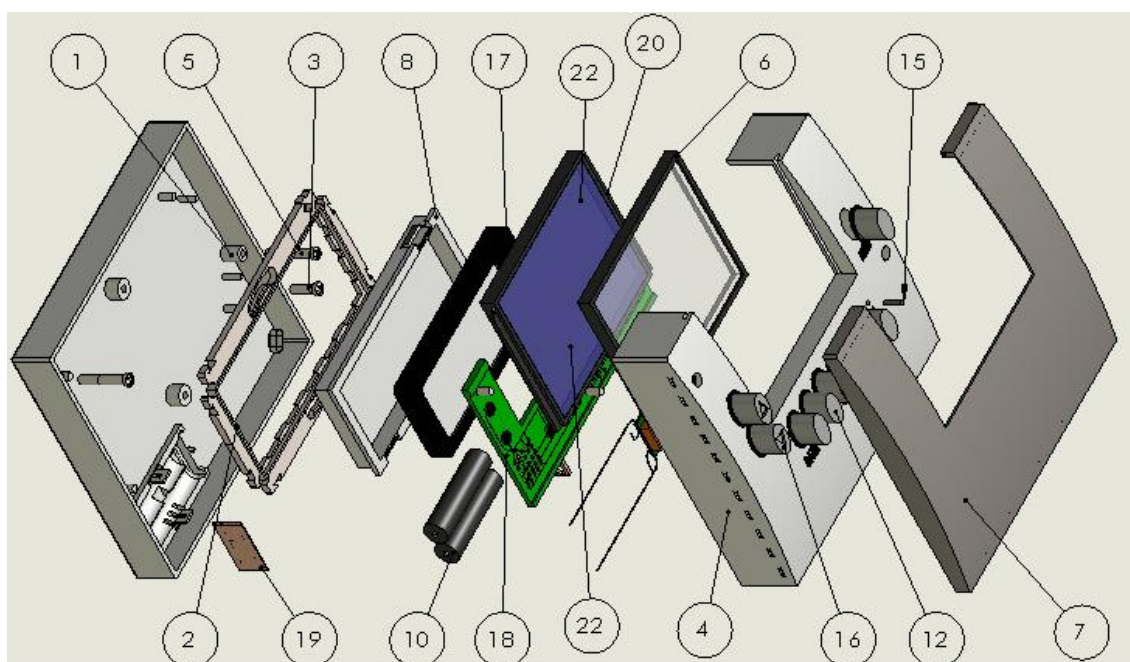
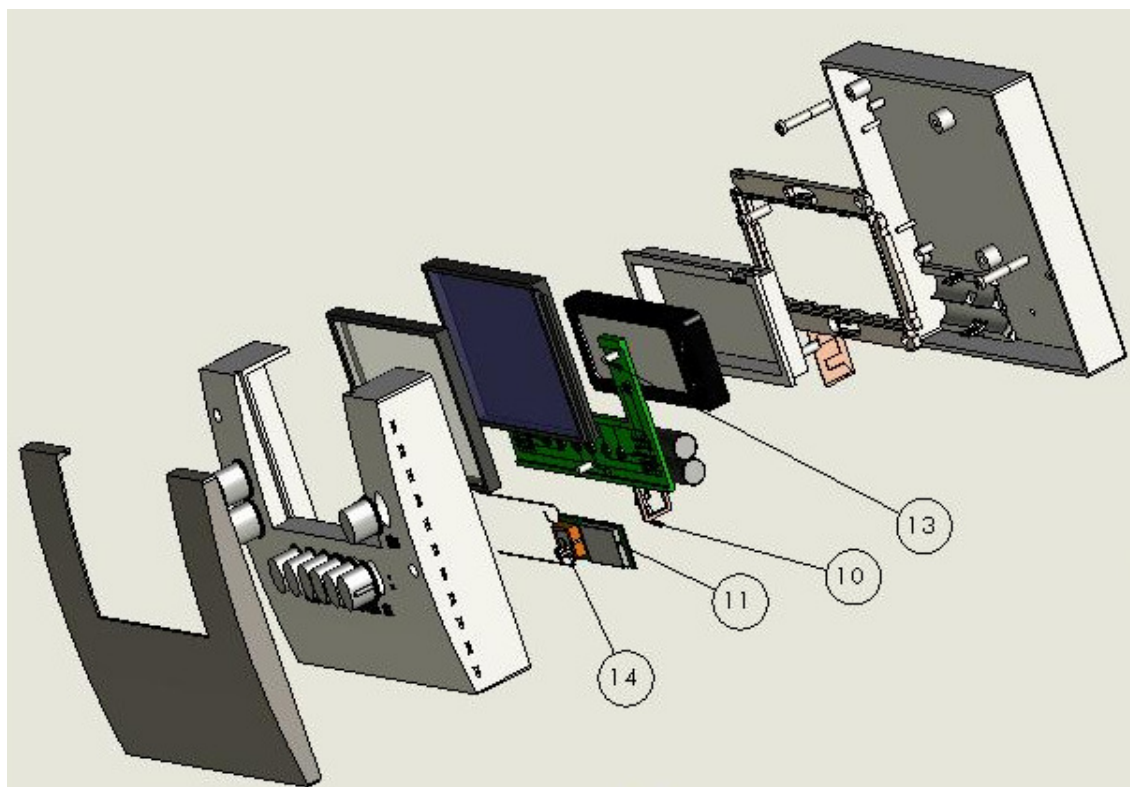




Tabla de componentes del termostato

Nº	PIEZA	MATERIAL	CANTIDAD
1	Base	ABS	1
2	Sujeción recipiente	AISI 347 Acero inoxidable recocido (ss)	1
3	Tornillo sujeción	AISI 316L Acero inoxidable	2
4	Carcasa exterior	ABS	1
5	Tornillo(Base- Carcasa exterior)	AISI 316L Acero inoxidable	2
6	Pantalla	ABS	1
7	Tapa	ABS	1
8	Recipiente emisor	ABS	1
9	Metal pila 1	Bronce comercial al plomo	1
10	Pila		2
11	Placa base 2		1
12	Botón	Caucho de silicona	7
13	Tornillo (Carcasa ext.- Placa base)	AISI 316L Acero inoxidable	3
14	Tornillo (Base-Placa)	AISI 316L Acero inoxidable	1
15	Botón reset	Caucho de silicona	1
16	Botón(Cambio de temperatura)	Caucho de silicona	2
17	Emisor		1
18	Placa base(Pantalla-Botones)		1
19	Metal pila 2	Bronce comercial al plomo	1
20	Base de la pantalla con cristal de leds	ABS y cristal	1
21	Cristal de la base de la pantalla	Vidrio	1
22	Cristal con leds incrustados	Vidrio con leds	1

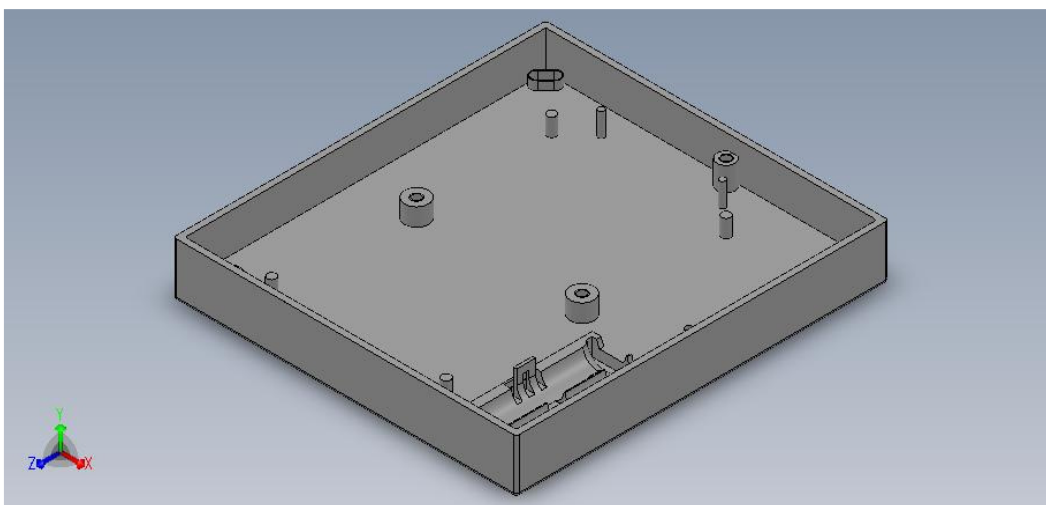
Coste de material

MATERIAL	COSTE(€/Kg)
ABS	5
Caucho de silicona	2
AISI 347 Acero inoxidable recocido (ss)	6

Coste de piezas a fabricar

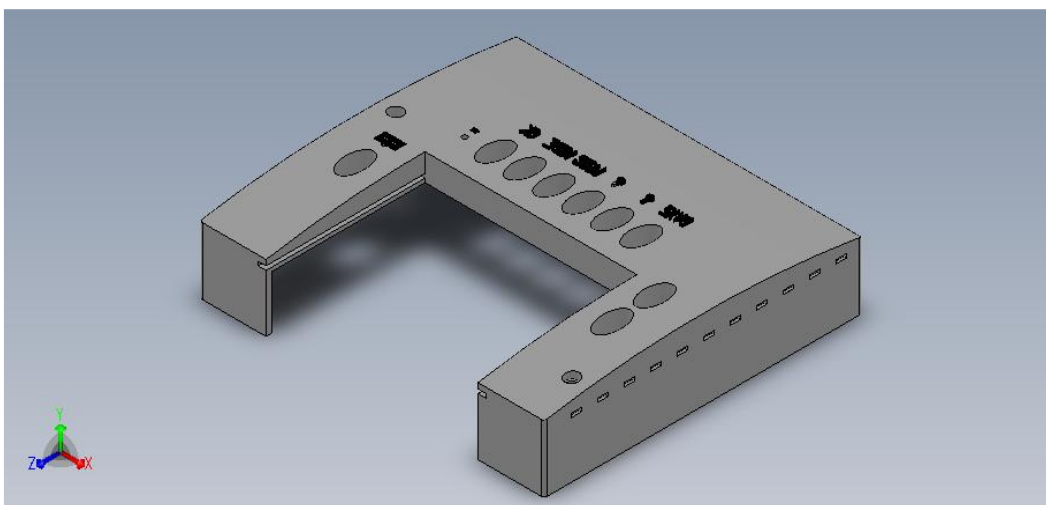
En este apartado solo calculamos el coste del material de cada pieza ya que el coste de diseño de las piezas con el Software de diseño CAD en 3D (Solid Works) ya se expuesto anteriormente. Después del coste del material, añadimos el coste de fabricación de cada pieza, que se va a realizar con moldeo por inyección, excepto la sujeción del recipiente, ya que los componentes del termostato son de pequeño espesor y tienen formas y acabados muy difíciles de hacer de la manera convencional, es decir, con la fresadora, torno, etc...

Base



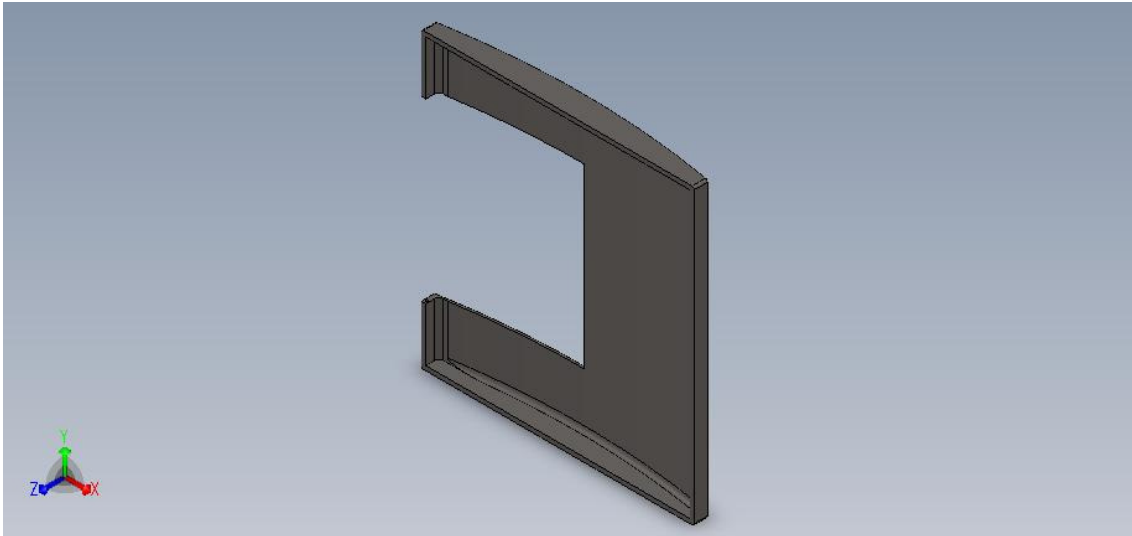
El peso de esta pieza es de 87,24gramos y su material de fabricación es el ABS lo que supone un coste total de **0,4362€**

Carcasa exterior



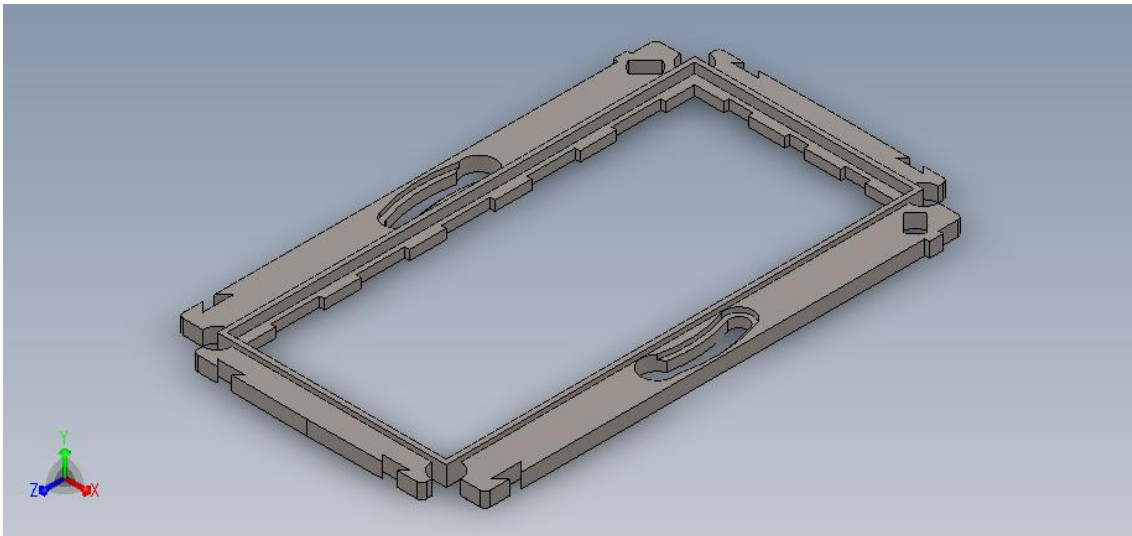
El peso de esta pieza es de 98,87 gramos y su material de fabricación es el ABS, lo que supone un coste total de **0,49435€**

Tapa



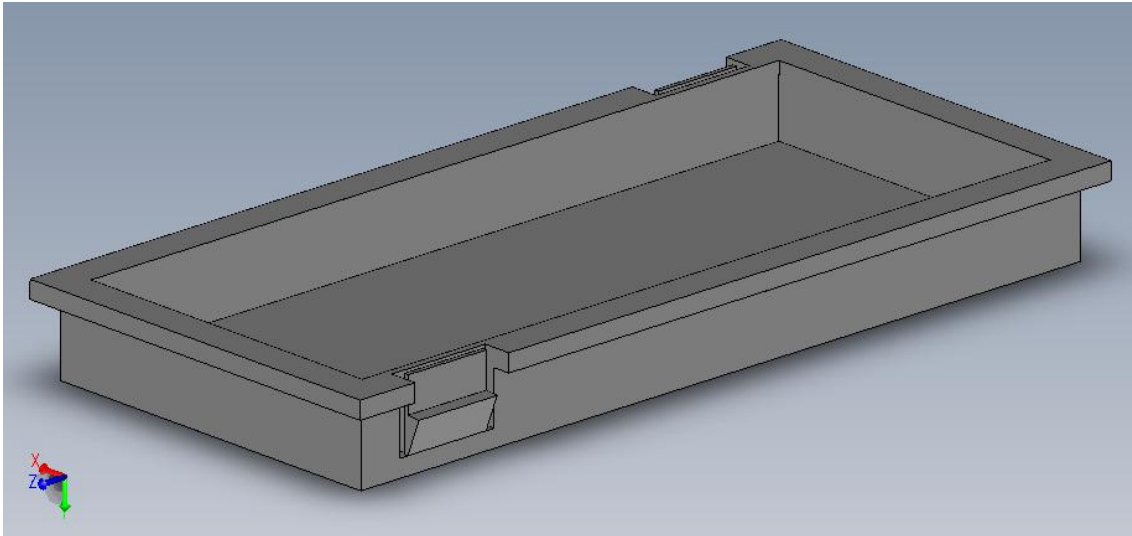
El peso de esta pieza es de 18,29 gramos y su material de fabricación es el ABS, lo que supone un coste total de **0,09145€**.

Sujeción recipiente



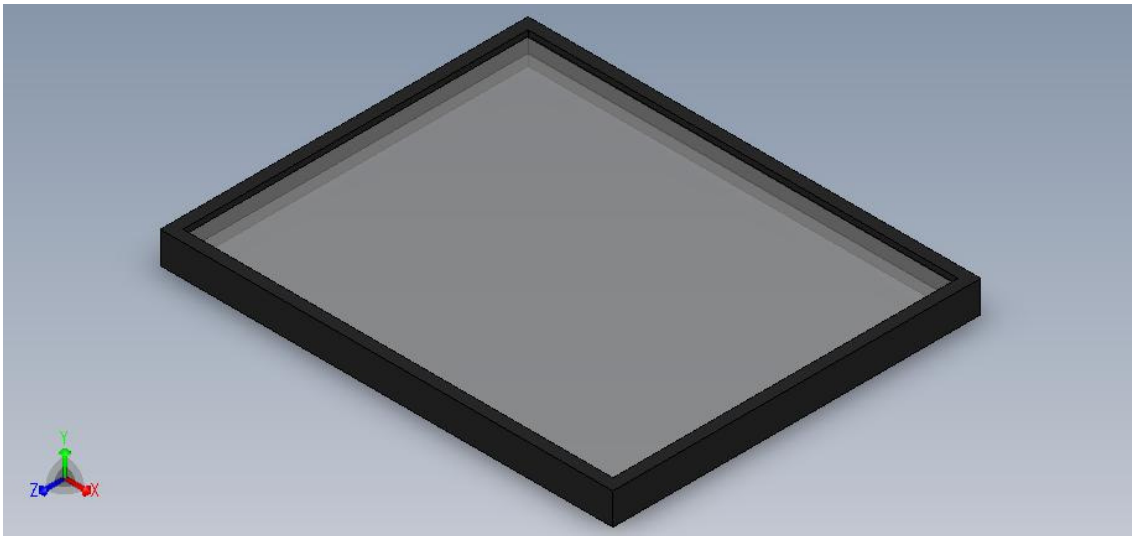
El peso de esta pieza es de 56,81 gramos y su material de fabricación es AISI 347 Acero inoxidable recocido (ss) , lo que supone un coste total de **0,34€**.

Recipiente emisor



El peso de esta pieza es de 12,84 gramos y su material de fabricación es el ABS, lo que supone un coste total de **0,0642€**.

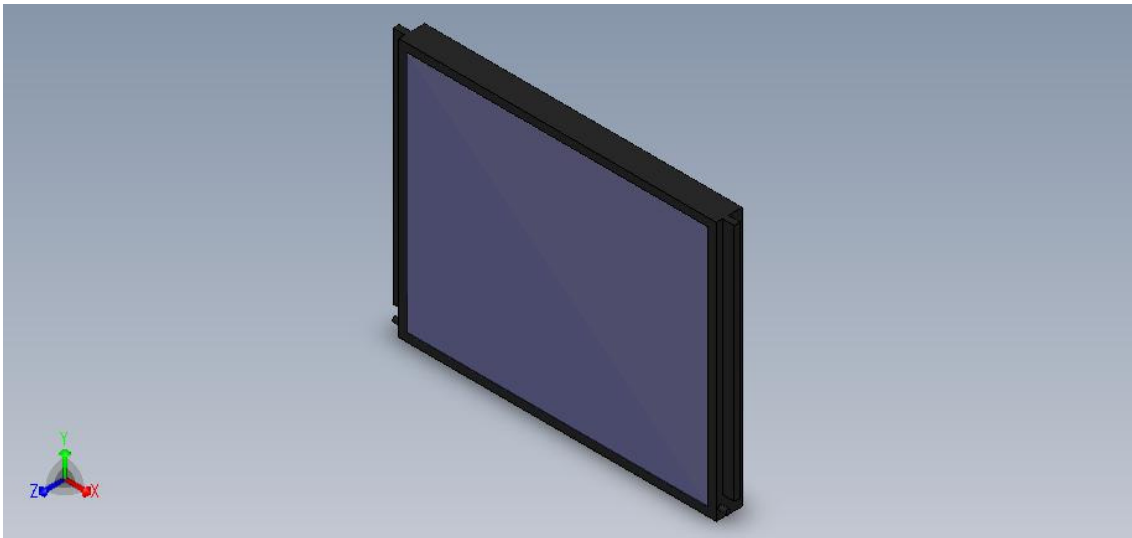
Carcasa pantalla



El peso de esta pieza es de 9,8 gramos y su material de fabricación es el ABS, lo que supone un coste total de **0,05€**.

Se ha calculado el peso de la carcasa, el precio del cristal translúcido se sumará después.

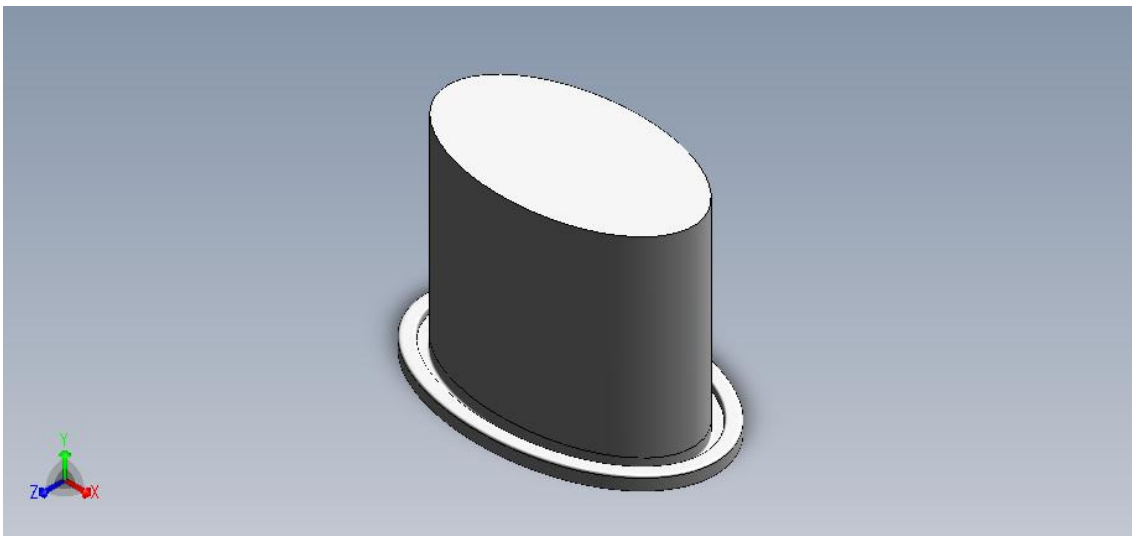
Base de la pantalla



El peso de esta pieza es de 13,75 gramos y su material de fabricación es el ABS, lo que supone un coste total de **0,06875€**.

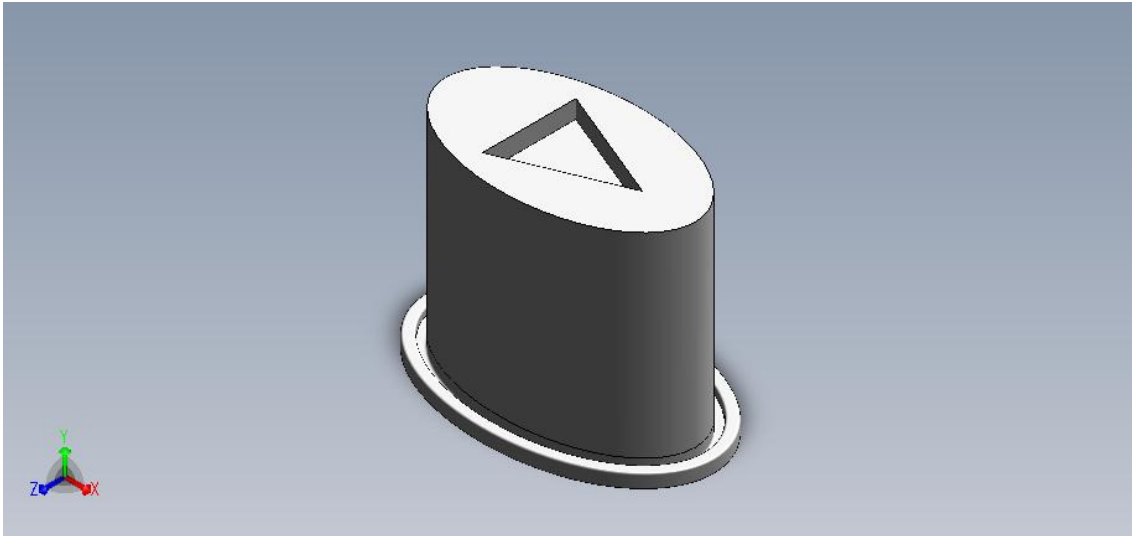
Se ha calculado el peso de la carcasa, el precio del cristal y el cristal con leds incrustados se sumará después.

Botón



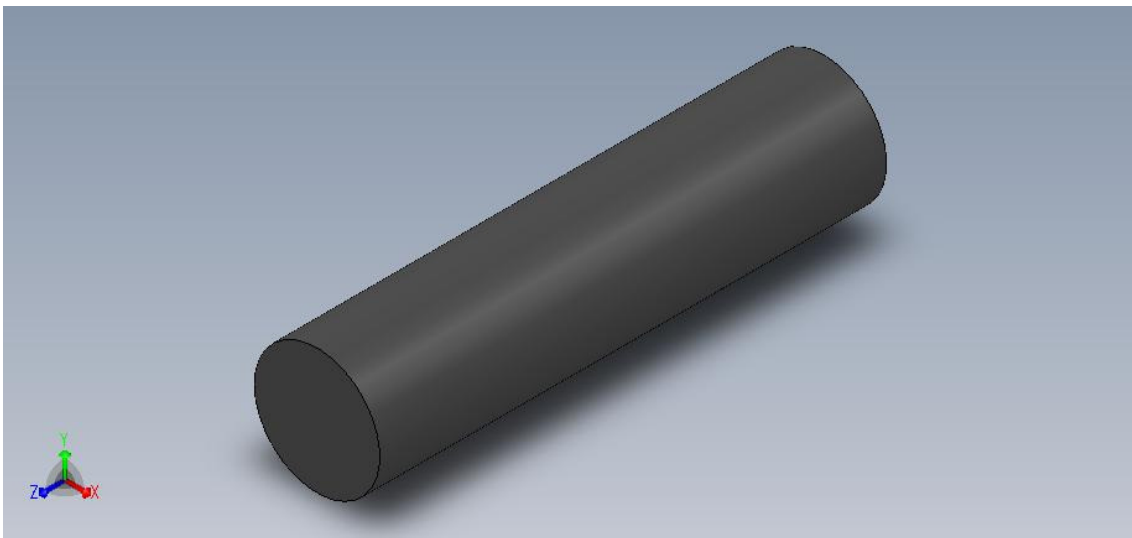
El peso de esta pieza es de 1,19 gramos y su material de fabricación es el caucho de silicona, lo que supone un coste total de **0,00238€**.

Botón (cambio de temperatura)



El peso de esta pieza es de 1,17 gramos y su material de fabricación es el caucho de silicona, lo que supone un coste total de **0,00234€**.

Botón reset



El peso de esta pieza es de 0,03 gramos y su material de fabricación es el Caucho de silicona, lo que supone un coste total de **0,00006€**.



DENOMINACIÓN	COSTE DEL MATERIAL (€)
Base	0,4362
Carcasa exterior	0,49435
Tapa	0,09145
Sujeción recipiente	0,34
Recipiente emisor	0,0642
Pantalla	0,05
Base de pantalla	0,06875
Botón	0,0238
Botón (cambio de temperatura)	0,0234
Botón reset	0,00006
TOTAL	1,59221

Por tanto la partida de fabricación (materiales) asciende a **1,59221 €**.

En cuanto al método de fabricación de cada una de ellas, estas piezas se van a realizar por moldeo por inyección ya que por el método convencional es casi imposible de hacer.

Las **ventajas** de esta técnica son:

1. Altos volúmenes de producción.
2. Costes de operario bajos.
3. Automatización total del proceso.
4. Las piezas requieren poco o ningún acabado.
5. Elaboración de piezas complejas imposibles de fabricar por otros métodos de manera rentable.
6. Posibilidad de obtención de diferentes tipos de superficies, acabados y colores.
7. Buena tolerancia dimensional.

Y el **ciclo de producción** consta de 8 fases:

1. Cierre del molde
2. Avance del grupo de inyección
3. Inyección del material en el molde, cerrado y frío
4. Mantenimiento de la presión
5. Refrigeración y solidificación del objeto, que comienza al terminar la inyección y dura hasta que empieza la apertura del molde
6. Retroceso del grupo de inyección
7. Plastificación del material para el ciclo siguiente
8. Apertura del molde y expulsión de la pieza

La empresa SERTEQ ya dispone de una máquina de molde por inyección así que no es necesario aplicar al presupuesto el coste de este equipo.



El precio a desglosar son los moldes de cada pieza y el coste por hora de este equipo de inyección, que es de 50 €/h, incluido el trabajo del operario.

En la siguiente tabla se recoge el costo de cada pieza por este método de fabricación:

DENOMINACIÓN	SEGUNDOS/CICLO	MOLDE/€	COSTE TOTAL
Base	40	6.500	6.500,5
Carcasa exterior	40	7.000	7.000,5
Tapa	20	5.000	5.000,27
Recipiente emisor	20	5.000	5.000,27
Carcasa pantalla	20	4.000	4.000,27
Base de pantalla	20	4.000	4.000,27
Botón	20	4.500	4.500,27
Botón (cambio de temperatura)	20	4.500	4.500,27
Botón reset	20	3.000	3.000,27
TOTAL			43,502,89

En cuanto a la sujeción del recipiente, ya que su material de fabricación es el AISI 347 Acero inoxidable recocido, no podemos fabricarlo por inyección y lo hacemos por mecanizado en el pequeño taller que dispone la empresa.

CONCEPTO	HORAS	TARIFA (€/h)	COSTE (€)
Prefabricado pz/ 108x63x4	1	40	40
Centro de mecanizado	25	40	1000
TOTAL			1040

Por tanto la partida de fabricación (producción) asciende a **44.542,89 €**.

Así que el coste de fabricación de cada pieza es de:

DENOMINACIÓN	MATERIAL (€)	FABRICACION	COSTE TOTAL
Base	0,4362	6.500,5	6.500,9362
Carcasa exterior	0,49435	7.000,5	7.000.9943
Tapa	0,09145	5.000,27	5.000,3614
Sujeción recipiente	0,34	1.040	1.040,3
Recipiente emisor	0,0642	5.000,27	5.000,3342
Carcasa pantalla	0,05	4.000,27	4.000,32
Base de pantalla	0,06875	4.000,27	4.000,37
Botón	0,0238	4.500,27	4.500,2938
Botón (cambio de temperatura)	0,0234	4.500,27	4.500.2934
Botón reset	0,00006	3.000,27	3.000,27006
TOTAL			44.544,473

Por tanto, la partida correspondiente a la fabricación de los componentes del termostato asciende a **44.544,473 €**.



1.4 PARTIDA DE COMPONENTES COMERCIALES

La partida correspondiente a los elementos comerciales está dividida en tres apartados bien diferenciados.

En el primer apartado se incluyen los costes derivados de la adquisición de los elementos auxiliares del termostato como son las placas bases, el cableado, el cristal translucido y los cristales de la base de la pantalla digital

El segundo apartado corresponde al coste de todos los elementos necesarios para la fijación de los elementos del termostato: tornillos.

Por último el coste total de la partida de elementos comerciales, dónde se sumarán los conceptos de los 2 apartados anteriores.

En cada apartado se realiza una tabla para manejar los datos.

Costes de elementos auxiliares

Para elaborar la tabla del coste de elementos comerciales, nos servimos del plano de conjunto para conocer todos los elementos necesarios, así como la cantidad de los mismos.

En la tabla se contempla la cantidad de cada elemento así como el coste unitario y el coste total de los mismos.

DESIGNACIÓN	UNIDADES	€/UNID.	TOTAL(€)
Placa base (Botones-pantalla)	1	10	5,5
Placa base 2	1	3	3
Cableado	8	0.01	0,08
Cristal translucido	1	0,3	0,3
Cristal	1	0,15	0,15
Cristal con leds incrustados	1	1,68	1,68
Emisor	1	35	35
Metal pila	1	2	2
Metal pila 2	1	1	1
TOTAL			48,71

Coste de tortillería

Igual que en el apartado anterior, para elaborar la tabla del coste de elementos comerciales, nos servimos del plano de conjunto.

En la tabla se contempla la cantidad de cada elemento así cómo el coste unitario y el coste total de los mismos.

DESIGNACIÓN	UNIDADES	€/UNID.	TOTAL(€)
Tornillo sujeción DIN 967 M3.5x9	2	0,46	0,92
Tornillo (Base-Carcasa ext.) DIN 967 M3.5x9	2	0,35	0,7
Tornillo (Carcasa ext.-Placa base) DIN967 M3x7	3	0,3	0,9
Tornillo (Base-Placa) DIN 7985 M3x3	1	0,23	0,23
TOTAL			2,75

Total partida elementos comerciales

El coste total de elementos comerciales corresponde al sumatorio del coste total de los elementos auxiliares y la tortillería desglosados en los apartados anteriores.

Para presentar este total, resumiremos en una tabla los costes totales obtenidos.

TIPO DE ELEMENTO	COSTE TOTAL(€)
Elementos auxiliares	48,71
Tornillería	2,75
TOTAL	51,46

Por tanto, la partida correspondiente a la adquisición de elementos comerciales asciende a **51,46 €**.

1.5 PARTIDA DE MONTAJE AJUSTES Y PRUEBAS

En este apartado, se resumirá en una tabla los costes derivados del montaje, ajuste y puesta en marcha del termostato.

Para la contabilización de este apartado, se hace necesario conocer la tarifa por hora de los profesionales y medios involucrados.

Los costes correspondientes a esta partida se resumirán en una tabla con la que obtendremos un cose final

Tarifas de montaje, ajuste y pruebas

En el montaje y ajuste del molde se involucra un profesional, mecánico ajustador.

En cuanto a la tarifa de pruebas, se presenta el coste por hora de pruebas reales en la instalación de la empresa SERTEQ para comprobar el funcionamiento conjunto del termostato y el emisor.

En la siguiente tabla se resumen las tarifas contempladas.

CONCEPTO	TARIFA (€/h)
Mecánico ajustador	12
Pruebas	20

Total partida de montaje, ajuste y pruebas

El total de la partida de montaje ajuste y pruebas se resume en una tabla dónde relacionamos cada concepto con la tarifa y las unidades de tiempo utilizadas

CONCEPTO	TARIFA(€/h)	TIEMPO (h)	TOTAL(€)
Montaje	15	4	60
Ajuste	15	0,5	7,5
Pruebas	20	16	320
TOTAL			387,5

Por tanto la partida correspondiente al montaje, ajuste y pruebas del termostato asciende a **387,5€**.

1.6 COSTE TOTAL DEL TERMOSTATO

En este capítulo se conocerá el coste total del molde sumando todas y cada una de las partidas anteriormente desglosadas.

A este total, se le suman 2 nuevos conceptos. El primero de ellos es la imputación de un 10% en concepto de imprevistos pues presumiblemente no se conseguirán los resultados previstos a la primera.

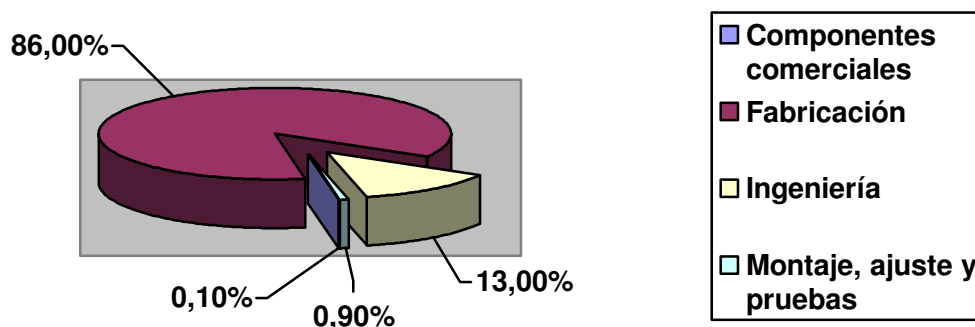
El segundo concepto, y quizás el más importante, es la imputación de un 20% en concepto de beneficio. El beneficio es el importe neto que vamos a percibir en la ejecución del proyecto.

En la siguiente tabla se desglosa el coste total del termostato

PARTIDA PRESUPUESTADA	IMPORTE TOTAL PARTIDA (€)
Ingeniería	6.780
Fabricación	44.544,473
Componentes comerciales	51,46
Montaje, ajuste pruebas	387,5
SUBTOTAL	51.763,433
Imprevistos (10%)	5.176,343
Beneficio (20%)	10.352,686
COSTE TOTAL PROTOTIPO	67.292,4626 €

Por tanto, el coste total del prototipo asciende a **67.292,4626 €**.

El porcentaje que implica cada partida en el coste total del termostato es el siguiente:



Este precio es tan alto debido al coste de los moldes de cada pieza y se rentabiliza con una producción en serie del termostato que mostramos a continuación.



1.7 COSTE DE INYECCIÓN Y COSTE UNITARIO

El coste de la pieza corresponde al sumatorio de 3 conceptos. El coste del material necesario para la fabricación de las piezas, el coste del proceso de inyección, y el coste de la inversión en el molde.

La inversión realizada en el molde es un concepto que el cliente tendrá que recuperar mediante un plan de amortización, el cual deberá elaborar para poder imputar el cargo correspondiente a las piezas.

En los siguientes apartados se detallan los cálculos necesarios para obtener el coste de inyección y el coste unitario de la pieza para un proceso en serie de **10.000** termostatos.



Base

Coste de inyección

Para poder calcular el coste de la inyección haremos una estimación del número de piezas a fabricar al mes. También necesitaremos el peso de la pieza y precio del material.

- Número de piezas por ciclo: 1.
 - Tiempo de ciclo estimado: 40 segundos.
 - Volumen aproximado de la pieza: 85,53 cm³
 - Densidad del ABS: 1,02 g/cm³
 - Precio del ABS: 5 euros /Kg
 - Precio hora inyectora + técnico: 50 euros.
- Peso de la pieza: $85,53 \times 1,02 = 87,24$ gramos
 - Material necesario para fabricar las 10.000 piezas: $87,24 \text{ gramos} \times 10.000 \text{ piezas} = 872.400 \text{ gramos} = 872,4 \text{ Kg.}$
 - Inversión necesaria solo en material plástico= $872,4 \text{ Kg} \times 5 \text{ €/Kg} = 4362 \text{ euros.}$
 - Tiempo necesario para fabricar las 10.000 piezas: $40 \text{ segundos/ciclo} \times 10.000 \text{ piezas} = 400.000 \text{ segundos} = 112 \text{ horas}$
 - Coste de fabricación de las 10.000 sin el coste del material: $112 \text{ horas} \times 50 \text{ euros/hora} = 5600 \text{ euros}$
 - El coste total necesario para fabricar 10.000 piezas sería de:
 $4362 \text{ euros} + 5.600 \text{ euros} = 9.962 \text{ Euros}$

El gasto necesario para fabricar 10.000 piezas sería de **9.962 €**

Coste unitario

Para calcular el precio unitario de cada pieza, hay que saber el precio que cuesta fabricar una pieza y los beneficios que queremos conseguir por cada una.

Coste unitario:

$$9.962/10.000 = \mathbf{0,9962 \text{ € / pieza}}$$

Coste unitario para amortizar la base en un mes:

$$9.962 + 6.500/10.000 = \mathbf{1,6462 \text{ € / pieza}}$$

Coste unitario para amortizar la base en un mes + 10% imprevistos + 20% de beneficio:

$$9.962 + 6.500/10.000 = 1,6462 \text{ € / pieza} + (1,6462 \times 0,3) = \mathbf{2,14 \text{ €/pieza}}$$



Carcasa exterior

Coste de inyección

Para poder calcular el coste de la inyección haremos una estimación del número de piezas a fabricar al mes. También necesitaremos el peso de la pieza y precio del material.

- Número de piezas por ciclo: 1.
 - Tiempo de ciclo estimado: 40 segundos.
 - Volumen aproximado de la pieza: 96,94 cm³
 - Densidad del ABS: 1,02 g/cm³
 - Precio del ABS: 5 euros /Kg
 - Precio hora inyectora+ técnico: 50 euros.
- Peso de la pieza: $96,94 \times 1,02 = 98,87$ gramos
 - Material necesario para fabricar las 10.000 piezas: $98,87 \text{ gramos} \times 10.000 \text{ piezas} = 988.700 \text{ gramos} = 988,7 \text{ Kg}$.
 - Inversión necesaria solo en material plástico= $988,7 \text{ Kg} \times 5 \text{ €/Kg} = 4943,5 \text{ euros}$.
 - Tiempo necesario para fabricar las 10.000 piezas: $40 \text{ segundos/ciclo} \times 10.000 \text{ piezas} = 400.000 \text{ segundos} = 112 \text{ horas}$
 - Coste de fabricación de las 10.000 sin el coste del material: $112 \text{ horas} \times 50 \text{ euros/hora} = 5.600 \text{ euros}$
 - El coste total necesario para fabricar 10.000 piezas sería de:
 $4.943,5 \text{ euros} + 5.600 \text{ euros} = 10.543,5 \text{ Euros}$

El gasto necesario para fabricar 10.000 piezas sería de **10.543,5 €**

Coste unitario

Para calcular el precio unitario de cada pieza, hay que saber el precio que cuesta fabricar una pieza y los beneficios que queremos conseguir por cada una.

Coste unitario:

$$10.543,5/10.000 = \mathbf{1,05435 \text{ € / pieza}}$$

Coste unitario para amortizar la carcasa en un mes:

$$10.543,5 + 7000/10000 = \mathbf{1,75435 \text{ € / pieza}}$$

Coste unitario para amortizar la carcasa en un mes + 10% imprevistos + 20% de beneficio:

$$10.543,5 + 7000/10000 = 1,75435 \text{ € / pieza} + (1,75435 \times 0,3) = \mathbf{2,28 \text{ €/pieza}}$$



Tapa

Coste de inyección

Para poder calcular el coste de la inyección haremos una estimación del número de piezas a fabricar al mes. También necesitaremos el peso de la pieza y precio del material.

- Número de piezas por ciclo: 1.
 - Tiempo de ciclo estimado: 20 segundos.
 - Volumen aproximado de la pieza: 17,927 cm³
 - Densidad del ABS: 1,02 g/cm³
 - Precio del ABS: 5 euros /Kg
 - Precio hora inyectora + técnico: 50 euros.
- Peso de la pieza: $17,927 \times 1,02 = 18,29$ gramos
 - Material necesario para fabricar las 10.000 piezas: 18,29 gramos x 10.000 piezas = 182.900 gramos = 182,9 Kg.
 - Inversión necesaria solo en material plástico= 182,9Kg x 5 €/Kg = 914,5 euros.
 - Tiempo necesario para fabricar las 10.000 piezas: 20 segundos/ciclo x 10.000 piezas = 200.000 segundos = 56 horas
 - Coste de fabricación de las 10.000 sin el coste del material: 56 horas x 50 euros/hora = 2.800 euros
 - El coste total necesario para fabricar 10.000 piezas sería de: 914,5 euros + 2.800 euros = 3.714,5 Euros

La inversión necesaria para fabricar 10.000 piezas sería de **3.714,5 €**

Coste unitario

Para calcular el precio unitario de cada pieza, hay que saber el precio que cuesta fabricar una pieza y los beneficios que queremos conseguir por cada una.

Coste unitario:

$$3.714,5/10.000 = \mathbf{0,37145 \text{ € / pieza}}$$

Coste unitario para amortizar la tapa en un mes:

$$3.714,5 + 5.000/10.000 = \mathbf{0,87145 \text{ € / pieza}}$$

Coste unitario para amortizar la tapa en un mes + 10% imprevistos + 20% de beneficio:

$$3.714,5 + 5.000/10.000 = 0,87145 \text{ € / pieza} + (0,87145 \times 0,3) = \mathbf{1,1328 \text{ €/pieza}}$$



Recipiente emisor

Coste de inyección

Para poder calcular el coste de la inyección haremos una estimación del número de piezas a fabricar al mes. También necesitaremos el peso de la pieza y precio del material.

- Número de piezas por ciclo: 1.
 - Tiempo de ciclo estimado: 20 segundos.
 - Volumen aproximado de la pieza: 12,58 cm³
 - Densidad del ABS: 1,02 g/cm³
 - Precio del ABS: 5 euros /Kg
 - Precio hora inyectora + técnico: 50 euros.
- Peso de la pieza: $12,58 \times 1,02 = 12,84$ gramos
 - Material necesario para fabricar las 10.000 piezas: $12,84 \text{ gramos} \times 10.000 \text{ piezas} = 128.400 \text{ gramos} = 128,4 \text{ Kg}$.
 - Inversión necesaria solo en material plástico= $128,4 \text{ Kg} \times 5 \text{ €/Kg} = 642 \text{ euros}$.
 - Tiempo necesario para fabricar las 10.000 piezas: $20 \text{ segundos/ciclo} \times 10.000 \text{ piezas} = 200.000 \text{ segundos} = 56 \text{ horas}$
 - Coste de fabricación de las 10.000 sin el coste del material: $56 \text{ horas} \times 50 \text{ euros/hora} = 2.800 \text{ euros}$
 - El coste total necesario para fabricar 10.000 piezas sería de:
 $642 \text{ euros} + 2.800 \text{ euros} = 3.442 \text{ Euros}$

El gasto necesario para fabricar 10.000 piezas sería de **3.442 €**

Coste unitario

Para calcular el precio unitario de cada pieza, hay que saber el precio que cuesta fabricar una pieza y los beneficios que queremos conseguir por cada una

Coste unitario:

$$3.442/10.000 = \mathbf{0,3442 \text{ € / pieza}}$$

Coste unitario para amortizar el recipiente en un mes:

$$3.442 + 5.000/10.000 = \mathbf{0,8442 \text{ € / pieza}}$$

Coste unitario para amortizar el recipiente en un mes + 10% imprevistos + 20% de beneficio:

$$3.442 + 3.000/10.000 = 0,8442 \text{ € / pieza} + (0,8442 \times 0,3) = \mathbf{1,09746 \text{ €/pieza}}$$



Carcasa pantalla

Coste de inyección

Para poder calcular el coste de la inyección haremos una estimación del número de piezas a fabricar al mes. También necesitaremos el peso de la pieza y precio del material.

- Número de piezas por ciclo: 1.
 - Tiempo de ciclo estimado: 20 segundos.
 - Volumen aproximado de la pieza: 9,6 cm³
 - Densidad del ABS: 1,02 g/cm³
 - Precio del ABS: 5 euros /Kg
 - Precio hora inyectora + técnico: 50 euros.
- Peso de la pieza: $6,666 \times 1,02 = 9,8$ gramos
 - Material necesario para fabricar las 10.000 piezas: 9,8 gramos x 10.000 piezas = 98.000 gramos = 98 Kg.
 - Inversión necesaria solo en material plástico= 98 Kg x 5 €/Kg = 490 euros.
 - Tiempo necesario para fabricar las 10.000 piezas: 20 segundos/ciclo x 10.000 piezas = 200.000 segundos = 56 horas
 - Coste de fabricación de las 10.000 sin el coste del material: 56 horas x 50 euros/hora = 2.800 euros
 - El coste total necesario para fabricar 10.000 piezas sería de: 490 euros + 2.800 euros = 3.290 Euros

El gasto necesario para fabricar 10.000 piezas sería de **3.290 €**

Coste unitario

Para calcular el precio unitario de cada pieza, hay que saber el precio que cuesta fabricar una pieza y los beneficios que queremos conseguir por cada una

Coste unitario:

$$3.290/10.000 = \mathbf{0,3209 \text{ € / pieza}}$$

Coste unitario para amortizar la pantalla en un mes:

$$3.290 + 4.000/10.000 = \mathbf{0,729 \text{ € / pieza}}$$

Coste unitario para amortizar la pantalla en un mes + 10% imprevistos + 20% de beneficio:

$$3.290 + 4.000/10.000 = 0,729 \text{ € / pieza} + (0,729 \times 0,3) = \mathbf{0,9477 \text{ €/pieza}}$$



Base pantalla

Coste de inyección

Para poder calcular el coste de la inyección haremos una estimación del número de piezas a fabricar al mes. También necesitaremos el peso de la pieza y precio del material.

- Número de piezas por ciclo: 1.
 - Tiempo de ciclo estimado: 20 segundos.
 - Volumen aproximado de la pieza: 13,483 cm³
 - Densidad del ABS: 1,02 g/cm³
 - Precio del ABS: 5 euros /Kg
 - Precio hora inyectora + técnico: 50 euros.
- Peso de la pieza: $13,483 \times 1,02 = 13,75$ gramos
 - Material necesario para fabricar las 10.000 piezas: 13,75 gramos x 10.000 piezas = 137.500 gramos = 137,5 Kg.
 - Inversión necesaria solo en material plástico= 137,5 Kg x 5 €/Kg = 687,5 euros.
 - Tiempo necesario para fabricar las 10.000 piezas: 20 segundos/ciclo x 10.000 piezas = 200.000 segundos = 56 horas
 - Coste de fabricación de las 10.000 sin el coste del material: 56 horas x 50 euros/hora = 2.800 euros
 - El coste total necesario para fabricar 10.000 piezas sería de:
687,5 euros + 2.800 euros = 3.487,5 Euros

La inversión necesaria para fabricar 10.000 piezas sería de **3.487,5 €**

Coste unitario

Para calcular el precio unitario de cada pieza, hay que saber el precio que cuesta fabricar una pieza y los beneficios que queremos conseguir por cada una

Coste unitario:

$$3.487,5/10.000= \mathbf{0,34875 \text{ € / pieza}}$$

Coste unitario para amortizar la base en un mes:

$$3.487,5+4.000/10.000=\mathbf{0,74875 \text{ € / pieza}}$$

Coste unitario para amortizar la base en un mes + 10% imprevistos + 20% de beneficio:

$$3.487,5+4.000/10.000=0,74875 \text{ € / pieza} + (0,74875 \times 0,3)= \mathbf{0,97337 \text{ €/pieza}}$$



Botón

Coste de inyección

Para poder calcular el coste de la inyección haremos una estimación del número de piezas a fabricar al mes. También necesitaremos el peso de la pieza y precio del material.

- Número de piezas por ciclo: 7.
 - Tiempo de ciclo estimado: 20 segundos.
 - Volumen aproximado de la pieza: 0,957 cm³
 - Densidad del Caucho de silicona: 1,246 g/cm³
 - Precio del Caucho de silicona: 2 euros /Kg
 - Precio hora inyectora + técnico: 50 euros.
- Peso de la pieza: $0,957 \times 1,246 = 1,19$ gramos
 - Material necesario para fabricar las 70.000 piezas: 1,19 gramos x 70.000 piezas = 83.300 gramos = 83.3 Kg.
 - Inversión necesaria solo en material plástico= 83.3 Kg x 2 €/Kg = 166,6 euros.
 - Tiempo necesario para fabricar las 10.000 piezas: 20 segundos/ciclo x 10.000 piezas = 200.000 segundos = 56 horas
 - Coste de fabricación de las 10.000 sin el coste del material: 56 horas x 50 euros/hora = 2.800 euros
 - El coste total necesario para fabricar 10.000 piezas sería de: 166,6 euros + 2.800 euros = 2.966,6 Euros

El gasto necesario para fabricar 10.000 piezas sería de **2.966,6 €**

Coste unitario

Para calcular el precio unitario de cada pieza, hay que saber el precio que cuesta fabricar una pieza y los beneficios que queremos conseguir por cada una

Coste unitario:

$$2.966,6/10.000= \mathbf{0,29666 \text{ € / pieza}}$$

Coste unitario para amortizar el botón en un mes:

$$2966,6+4.500/10.000=\mathbf{0,74666 \text{ € / pieza}}$$

Coste unitario para amortizar el botón en un mes + 10% imprevistos + 20% de beneficio:

$$2.966,6+4.500/10.000=0,74666 \text{ € / pieza} + (0,74666 \times 0,3)= \mathbf{0,9706 \text{ €/pieza}}$$



Botón para cambio de temperatura

Coste de inyección

Para poder calcular el coste de la inyección haremos una estimación del número de piezas a fabricar al mes. También necesitaremos el peso de la pieza y precio del material.

- Número de piezas por ciclo: 2.
 - Tiempo de ciclo estimado: 20 segundos.
 - Volumen aproximado de la pieza: 0,939 cm³
 - Densidad del Caucho de silicona: 1,246 g/cm³
 - Precio del Caucho de silicona: 2 euros /Kg
 - Precio hora inyectora + técnico: 50 euros.
- Peso de la pieza: $0,939 \times 1,246 = 1,17$ gramos
 - Material necesario para fabricar las 20.000 piezas: 1,17 gramos x 20.000 piezas = 23.400 gramos = 23,4 Kg.
 - Inversión necesaria solo en material plástico= 23,4 Kg x 2 €/Kg = 46,8 euros.
 - Tiempo necesario para fabricar las 10.000 piezas: 20 segundos/ciclo x 10.000 piezas = 200.000 segundos = 56 horas
 - Coste de fabricación de las 10.000 sin el coste del material: 56 horas x 50 euros/hora = 2.800 euros
 - El coste total necesario para fabricar 10.000 piezas sería de: 46,8 euros + 2.800 euros = 2.846,8 Euros

El gasto necesario para fabricar 10.000 piezas sería de **2.846,8 €**

Coste unitario

Para calcular el precio unitario de cada pieza, hay que saber el precio que cuesta fabricar una pieza y los beneficios que queremos conseguir por cada una

Coste unitario:

$$2.846,8/10.000 = \mathbf{0,28468 \text{ € / pieza}}$$

Coste unitario para amortizar el botón de temperatura en un mes:

$$2.846,8 + 4.500/10000 = \mathbf{0,73468 \text{ € / pieza}}$$

Coste unitario para amortizar el botón de temperatura en un mes + 10% imprevistos + 20% de beneficio:

$$2.846,8 + 2500/10000 = 0,73468 \text{ € / pieza} + (0,73468 \times 0,3) = \mathbf{0,955 \text{ €/pieza}}$$



Botón RESET

Coste de inyección

Para poder calcular el coste de la inyección haremos una estimación del número de piezas a fabricar al mes. También necesitaremos el peso de la pieza y precio del material.

- Número de piezas por ciclo: 1.
 - Tiempo de ciclo estimado: 20 segundos.
 - Volumen aproximado de la pieza: 0,02463 cm³
 - Densidad del Caucho de silicona: 1,246 g/cm³
 - Precio del Caucho de silicona: 2 euros /Kg
 - Precio hora inyectora + técnico: 50 euros.
- Peso de la pieza: $0,02463 \times 1,246 = 0,03$ gramos
 - Material necesario para fabricar las 10.000 piezas: 0,03 gramos x 10.000 piezas = 300 gramos = 0,3 Kg.
 - Inversión necesaria solo en material plástico= 0,3 Kg x 2 €/Kg = 0,6 euros.
 - Tiempo necesario para fabricar las 10.000 piezas: 20 segundos/ciclo x 10.000 piezas = 200.000 segundos = 56 horas
 - Coste de fabricación de las 10.000 sin el coste del material: 56 horas x 50 euros/hora = 2.800 euros
 - El coste total necesario para fabricar 10.000 piezas sería de:
0,6 euros + 2.800 euros = 2.800,6 Euros

El gasto necesario para fabricar 10.000 piezas sería de **2.800,6 €**

Coste unitario

Para calcular el precio unitario de cada pieza, hay que saber el precio que cuesta fabricar una pieza y los beneficios que queremos conseguir por cada una

Coste unitario:

$$2.800,6/10.000 = \mathbf{0,28006 \text{ € / pieza}}$$

Coste unitario para amortizar el botón RESET en un mes:

$$2.800,6 + 3.000/10.000 = \mathbf{0,58006 \text{ € / pieza}}$$

Coste unitario para amortizar el botón RESET en un mes + 10% imprevistos + 20% de beneficio:

$$2.800,6 + 3.000/10.000 = 0,58006 \text{ € / pieza} + (0,58006 \times 0,3) = \mathbf{0,754 \text{ €/pieza}}$$

Observamos que la inversión que hay que hacer para cada pieza del termostato en la fabricación en serie de 10.000 aparatos es:

DENOMINACIÓN	COSTE DE PRODUCCIÓN (€)
Base	9.962
Carcasa exterior	10.543,5
Tapa	3.714,5
Recipiente emisor	3.442
Pantalla	3.290
Base de pantalla	3.487,5
Botón	2.966,6
Botón (cambio de temperatura)	2.846,8
Botón reset	2.800,6
TOTAL	43.053,5

Y el precio unitario de cada una de estas piezas fabricadas por moldeo de inyección sale a:

DENOMINACIÓN	COSTE DE PRODUCCIÓN (€)
Base	2,14
Carcasa exterior	2,28
Tapa	1,1328
Recipiente emisor	1,09746
Pantalla	0,9477
Base de pantalla	0,97337
Botón	0,9706
Botón (cambio de temperatura)	0,955
Botón reset	0,754
TOTAL	11,251

En cuanto a la sujeción del recipiente se realiza su mecanizado por una fresa automática, que tras haberle introducido las coordenadas por control numérico para la realización de dicho diseño, realiza cada pieza en un periodo de 1 minuto (producción en serie). El coste de 10.000 piezas es:

MATERIAL	PESO PIEZA (gramos)	PESO TOTAL (kg)	(€/KG)	COSTE (€)
AISI 347 Acero	56,81	568,1	6	3.408,6
TOTAL				3.408,6

DESCRIPCIÓN	TARIFA(€/h)	(PIEZAS/h)	COSTE(€)
Taller de mecanizado	40	60	6.666,6
TOTAL			6.666,6

Por lo que el precio de fabricación de la **sujeción del recipiente** asciende (material + fabricación + 30% de imprevistos y beneficio): **13.097,76 €**

Y el **coste total de las piezas a fabricar es 56.151,26 €**

Una vez obtenido el costo de producción por inyección de 10.000 piezas vamos a calcular el costo del material de componentes comerciales.

Al comprar en lotes grandes, todos los componentes comerciales tienen un gran descuento de precio, quedando de la siguiente manera:

DESIGNACIÓN	UNIDADES	€/UNID.	TOTAL(€)
Placa base (Botones-pantalla)	10.000	3	30.000
Placa base 2	10.000	1	10.000
Cableado	80.000	0.001	80
Cristal translucido	10.000	0,1	1.000
Cristal	10.000	0,5	5.000
Cristal con leds incrustados	10.000	0,8	8.000
Emisor	10.000	18	180.000
TOTAL			234.080

DESIGNACIÓN	UNIDADES	€/UNID.	TOTAL(€)
Tornillo sujeción M3.5x9	20.000	0,12	2.400
Tornillo (Base-Carcasa ext.)M3.5x9	20.000	0,08	1.600
Tornillo (Carcasa ext.-Placa base) M3x7	30.000	0,06	1.800
Tornillo (Base-Placa) M3x3	10.000	0,04	400
TOTAL			6.200

En la siguiente tabla sumamos todos estos costes de fabricación (material + equipo utilizado + técnico) y compra de componentes comerciales y les sumamos el precio de los moldes para calcular el precio final del lote de 10.000 termostatos y el precio de cada unidad.

PARTIDA PRESUPUESTADA	IMPORTE TOTAL €
Fabricación (material + coste inyección+ técnico)	56.151,26
Componentes comerciales	240.280
Moldes	43,500
TOTAL	339,931,26

El coste total del lote de termostatos nos sale a **339.931,26 €**.

Por lo que cada unidad de termostato con emisor de radiofrecuencia nos sale a **33,99 €**.



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL MECÁNICO

“DESARROLLO DE SOLUCIÓN TÉCNICA PARA LA INTEGRACIÓN DE SISTEMAS DE COMUNICACIÓN VIA RADIOFRECUENCIA”

DOCUMENTO 3: PLIEGO DE CONDICIONES

JAVIER AUTOR QUEL

SARA MARCELINO

Pamplona, 14/4/2011



INDICE

1. PLIEGO DE CONDICIONES	2
1.1 LAS FUNCIONES Y PROGRAMACIÓN DEL TERMOSTATO.....	2
1.1.1 Colocación o cambio de las pilas	2
1.1.2 Puesta en hora y fecha	3
1.1.3 Visualización de los comandos.....	4
1.1.4 Regulación de las temperaturas	4
1.1.5 Programación	5
1.1.6 Lectura de los programas	9
1.1.7 Modo automático “Auto”	10
1.1.8 Modo manual “manu”	10
1.1.9 Modificación temporal de la temperatura	10
1.1.10 Modo ausencia prolongada	11
1.2 ESQUEMA DE CONEXIONADO DEL EMISOR	12
1.2.1 Esquema de conexionado	12
1.2.2 Funcionamiento.....	12
1.2.3 Instalación:	12
1.2.4 Características:	12
1.3 MATERIALES	13
1.3.1 Acrilonitrilo butadieno estireno	13
1.3.2 Bronce	17
1.3.3 Caucho de silicona.....	19
1.3.4 AISI 347 acero inoxidable recocido.....	21
1.4 TORNILLOS DIN 7985.....	22

1. PLIEGO DE CONDICIONES

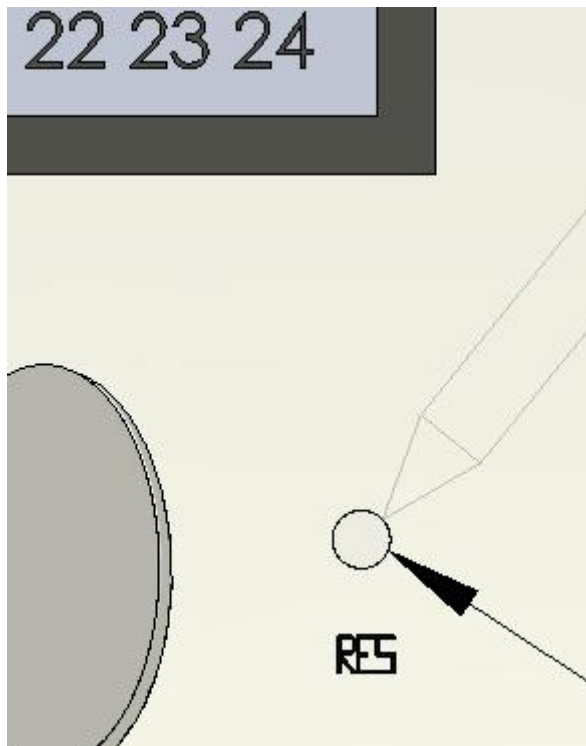
1.1 LAS FUNCIONES Y PROGRAMACIÓN DEL TERMOSTATO

1.1.1 Colocación o cambio de las pilas

El termostato dispone de un testigo de desgaste de las pilas. Cuando éste se enciende en la parte derecha del visualizador, hay que cambiar las pilas (utilice 2 pilas de 1.5 V, alcalinas LR6- su autonomía es de unos 12 meses).

Cuando se cambian las pilas, el emisor mantiene sus programas durante 120 segundos, así que si el recambio se realiza antes de ese tiempo, no hará falta volver a programar.

! Antes de iniciar la programación de su aparato, levante la tapa y pulse la tecla RESET con la punta de un bolígrafo.



1.1.2 Puesta en hora y fecha

- Es la primera puesta de servicio.
- Acaba de pulsar la tecla **RESET** (como se ha indicado anterior mente)
- Las inscripciones **12:00** y el apuntador bajo el día **1**(lunes) se encienden intermitentemente.



1. **Ponga la hora** con las teclas de subir y bajar las regulaciones (si pulsa la tecla de forma prolongada, se acelera el paso de la hora).

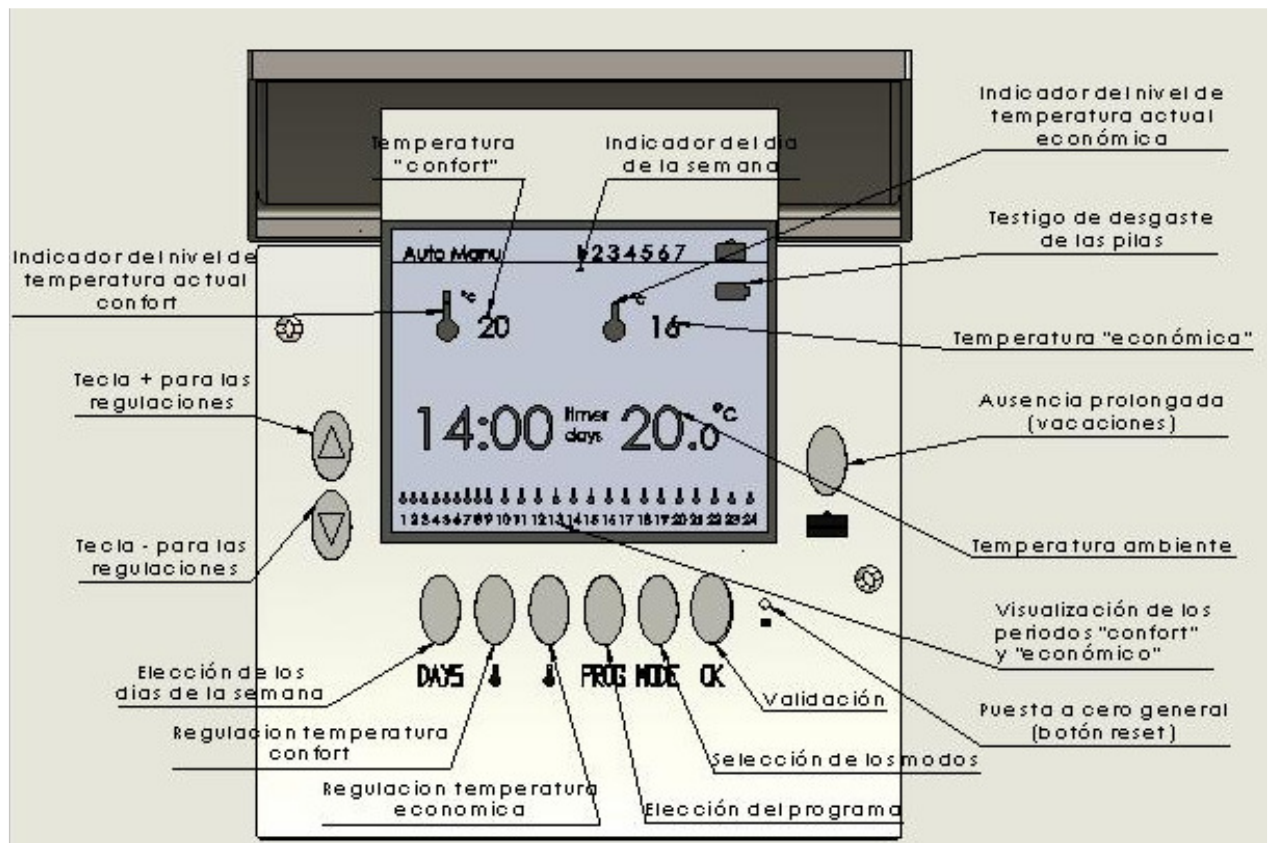


2. **Ajuste la fecha actual** pulsando sucesivamente la tecla DAYS, aparece un apuntador bajo el día correspondiente (1 = lunes, 2 = martes, 3 = miércoles, etc..).

3. **Valide** con la tecla **OK**.

4. **Si desea modificar la hora o el día**, pulse la tecla **MODE** hasta que parpadee la hora y proceda como en los puntos 1, 2 y 3.

1.1.3 Visualización de los comandos

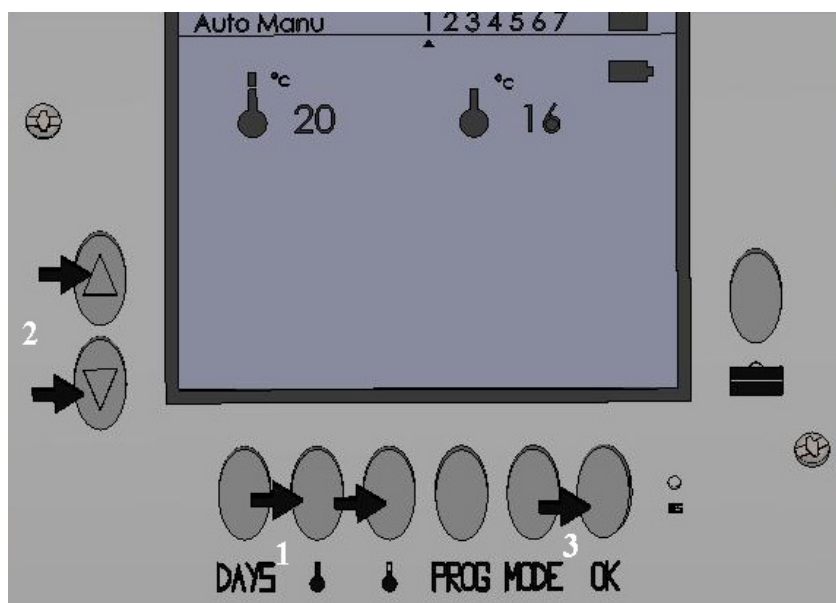


1.1.4 Regulación de las temperaturas



Las temperaturas confort y económica están preajustadas:

Confort = 20°C, Económica= 16°C



Modificación de la temperatura confort



1. Pulse la tecla **confort**.
2. modifique la temperatura con las teclas para las regulaciones.
3. valide con **OK**.

Modificación de la temperatura económica



1. Pulse la tecla **económica**.
2. Modifique la temperatura **con las teclas para las regulaciones**
3. valide con **OK**.

1.1.5 Programación

Para programar su semana, dispone de 4 programas:

P1,P2,P3 que están prerregistrados y no son modificable

P4 que es libre, y le permite crear **un programa personalizado y diferente para cada día de la semana**

P1= Temperatura confort de **6 a 23 h**.
Temperatura económica de **23 a 6h**.



P1 está asignado a los 7 días de la semana de forma estándar. Si corresponde a su ritmo de vida, manténgase en modo automático; de lo contrario, continúe.

P2= Temperatura confort de **6 a 8** y de **16 a 23h**.
Temperatura económica de **8 a 16** y de **23 a 6h**.



P3=Temperatura confort de **6 a 8** de **11 a 13h**, y de **16 a 23h**.
Temperatura económica de **8 a 11h**, de **13 a 16h**, y de **23 a 6 h**.

P4= Programa libre que le permite crear tres periodos en temperatura confort y otros tres en temperatura económica para cada día de la semana.

Selección de un programa existente P1, P2,P3 para un día de la semana (en modo programación, todas las modificaciones se validan automáticamente).

Ejemplo P2 para miércoles



1. Pulse la tecla **PROG** para pasar al modo programación. El N° del programa asignado al día parpadea en la parte derecha del visualizador.
2. Pulse la tecla de **DAYS** hasta que aparezca el apuntador bajo el día que desea programar; miércoles en nuestro ejemplo.
3. Pulse la tecla **PROG** hasta que aparezca intermitentemente el número de programa **P2** en la parte derecha de la pantalla.
4. Pulse la tecla **OK** para validar; el día siguiente le es propuesto automáticamente.

Creación de un programa P4

Un perfil de 24h compuesto por 24 termómetros en la parte inferior del visualizador le permite visualizar fácilmente la composición de su programa.

Un termómetro vacío hasta la mitad corresponde a **60 minutos en temperatura económica.**



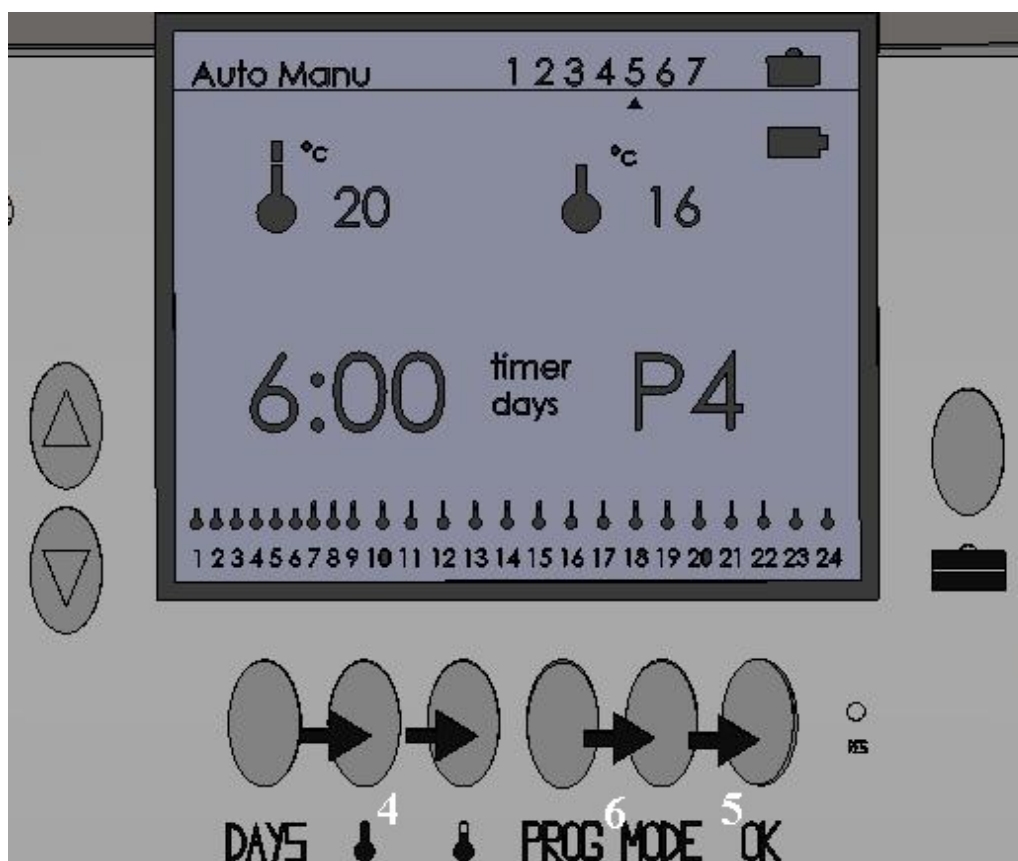
Un termómetro lleno corresponde a **60 minutos en temperatura confort.**








Por ejemplo: Creación de 3 periodos en temperatura confort para el viernes: de 6 a 8h, de 12 a 14 h, y de 18 a 22 h.





1. Desde el modo “Auto”, pulse la tecla **PROG**.
2. Puse la tecla **DAYS** hasta que aparezca el apuntador debajo del día que se desea programar; el viernes en nuestro ejemplo.
3. Pulse la tecla **PROG** hasta que aparezca intermitentemente el número de programa **P4** en la parte derecha de la pantalla. Su visualizador indica **0h00** y el primer termómetro parpadea sobre el perfil de 24h.



4. Pulse la tecla varias veces para obtener el horario 6h00: cada pulsación breve avanza 1 h, y una pulsación prolongada acelera la progresión.

- pulse la tecla  varias veces para obtener el horario **8h00**
- pulse la tecla  varias veces para obtener el horario **12h00**
- pulse la tecla  varias veces para obtener el horario **14h00**
- pulse la tecla  varias veces para obtener el horario **18h00**
- pulse la tecla  varias veces para obtener el horario **22h00**

Nota: Si ha cometido un error (por ej: 11h00 en vez de 12h00, utilice las teclas para las regulaciones para avanzar o retroceder, y modifique con las teclas  y .

5. Pulse la tecla **OK** y se le propondrá automáticamente el día siguiente.

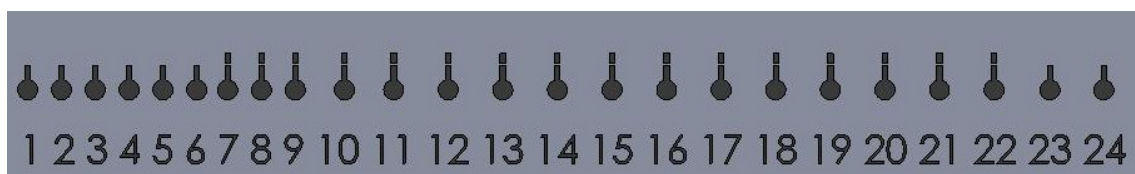
6. Pulse **MODE** para pasar a modo automático.

1.1.6 Lectura de los programas



Puede verificar su programación

1. Desde el modo “Auto”, pulse la tecla “PROG”.
2. Con la tecla “DAYS”, seleccione el día de 1 a 7, y verifique su programa en el perfil de 24 h en la parte inferior del visualizador (ejemplo siguiente).



3. Pulse **MODE** para para pasar al modo automático.

1.1.7 Modo automático “Auto”

El paso a modo automático se efectúa pulsando la tecla “**MODE**” hasta que aparezca el apuntador bajo “**AUTO**”.



En modo automático, el **Cronotermostato** se adapta a su ritmo de vida, ejecutando el o los programas que haya elegido.

1.1.8 Modo manual “manu”

El modo manual transforma su aparato en un simple termostato. Le permite mantener una temperatura constante en su vivienda (regulable de 5°C a 30°C)




1. Pulse la tecla **MODE** para situar el apuntador bajo “**Manu**”.
2. Pulse las teclas de regulación (+ o -) para ajustar la temperatura deseada. Para abandonar el modo “**Manu**” pulse **MODE** y vuelva a situar el apuntador bajo “**Auto**”.

1.1.9 Modificación temporal de la temperatura

En modo automático, esta práctica función le permite modificar temporalmente la temperatura ambiente.



- Para aumentar la temperatura ambiente, pulse la tecla  (varias veces si fuera necesario)



- Para reducir la temperatura, pulse la tecla  (varias veces si fuera necesario)

El indicador del nivel de temperatura actual (confort o económica) comienza a parpadear.

Esta modificación finalizará en el siguiente cambi de temperatura programada.

Para volver al programa inicial, pulse “**MODE**” y sitúe el apuntador bajo “**Auto**”.

La parada del parpadeo del indicador de temperatura actual (confort o económica) marca el fin de la modificación temporal.

1.1.10 Modo ausencia prolongada

(VACACIONES)



Este modo evita el riesgo de helada en su vivienda, manteniendo una temperatura mínima regulable durante sus ausencias. **(de 1 a 99 días)**

Puede programar el tiempo que vaya a estar ausente, para prever el aumento de temperatura de su vivienda a su regreso.

2 posibilidades para mantener el sistema antihelada:

1 forzamiento antihelada permanente

Pulse el botón



. El día



parpadea.

Pulse una vez el botón



. La indicación



parpadea.

Pulse **OK** para validar.

Regule el nivel de temperatura que desea durante su ausencia con las teclas de regulación.

Valide con la tecla **OK**.

2 Forzamiento de la antihelada para u numero de días

Pulse el botón



. El día



parpadea.

Ajuste la duración de su ausencia en días (de 1 a 99) con las teclas de regulación **contando la jornada actual como 1.**

Valide con la tecla **OK**.

Regule el nivel de temperatura que desea en su ausencia con las teclas de regulación.

Valide con la tecla **OK**.

Para anular y volver al Modo automático, pulse **MODE**.



1.2 ESQUEMA DE CONEXIONADO DEL EMISOR

1.2.1 Esquema de conexionado

Sistema de enclavamiento automático entre el emisor y cualquier tipo de termostato digital. Todos los kits mantienen su comunicación haciendo uso del sistema RF (radio frecuencia) a 433,92MHz, realizando sus transmisiones con un alto grado de codificación, lo que lo hace un sistema robusto frente a interferencias. Esta codificación hace viable la posibilidad de montaje de una o varias unidades dentro de la misma vivienda o edificio, sin posibilidad de que interfieran entre ellas. El uso de la señal RF nos posibilita un montaje rápido y sencillo, sin la necesidad de modificar el cableado actual o de colocar las antiestéticas canaletas.

1.2.2 Funcionamiento

El sistema funciona de forma completamente automática. El componente Emisor detecta la señal de la unidad gestora y por medio del software gestiona la instalación para aportar servicio o no.

Una vez recibida esta señal, y tras la verificación de la unidad gestora, la calefacción del hogar se pone en funcionamiento y ya es posible regular la temperatura deseada a través del termostato.

Asimismo si queremos programar el termostato para un cierto periodo de tiempo, una vez que se alcance la hora indicada de funcionamiento del programa, el emisor mandará la señal a esta unidad gestora requiriendo calefacción, y este dará el OK y pondrá ON la calefacción central.

En los periodos no programados, el emisor no enviará ninguna señal de radiofrecuencia y el servicio de calefacción central estará OFF.

1.2.3 Instalación:

El componente Emisor irá situado dentro del termostato. Este necesita una corriente eléctrica para su funcionamiento de 1,5V con lo que deberá estar conectado a las pilas del aparato.

También necesita estar conectado a el funcionamiento del termostato a través de la placa base, para que funcionen ambos de manera conjunta según las ordenes enviadas de la unidad gestora.

1.2.4 Características:

Emisor:

-tensión de entrada:	1.5Vac50/60Hz
-tensión de salida:	1.5Vac50/60Hz
-Intensidad Max.Admisible:	5A

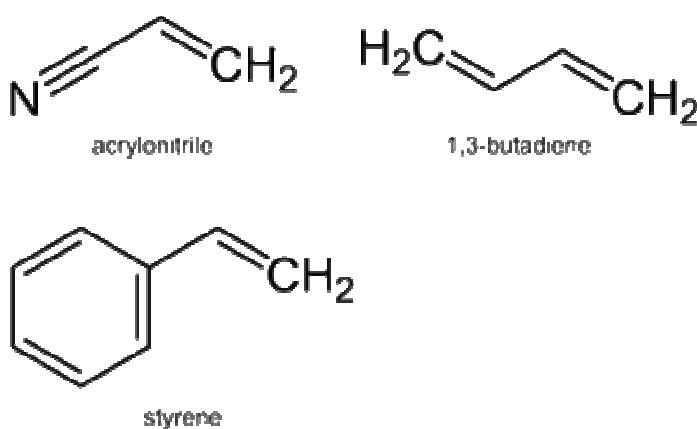
1.3 MATERIALES

1.3.1 Acrilonitrilo butadieno estireno

El **Acrilonitrilo Butadieno Estireno** o **ABS** es un plástico muy resistente al impacto (golpes) muy utilizado en automoción y otros usos tanto industriales como domésticos. Es un termoplástico amorfo.

Se le llama plástico de ingeniería, debido a que es un plástico cuya elaboración y procesamiento es más complejo que los plásticos comunes, como son las polioleofinas (polietileno, polipropileno).

Estructura química



Componentes del ABS.

Los bloques de acrilonitrilo proporcionan rigidez, resistencia a ataques químicos y estabilidad a alta temperatura así como dureza, propiedades muy apreciadas en ciertas aplicaciones como son equipos pesados o aparatos electrónicos.

Los bloques de butadieno, que es un elastómero, proporcionan tenacidad a cualquier temperatura. Esto es especialmente interesante para ambientes fríos, en los cuales otros plásticos se vuelven quebradizos.

El bloque de estireno aporta resistencia mecánica y rigidez.

Esta mezcla de propiedades, llamada, por los ingenieros químicos, sinergia, indica que el producto final contiene mejores propiedades que la suma de ellos. El ABS es un ejemplo claro del diseño de materiales en ingeniería química, que busca lograr compuestos de materiales ya existentes en oposición a desarrollar materiales completamente nuevos.

Características del ABS

El rasgo más importante del ABS es su gran tenacidad, incluso a baja temperatura (sigue siendo tenaz a -40 °C). Además es duro y rígido; resistencia química



aceptable; baja absorción de agua, por lo tanto buena estabilidad dimensional; alta resistencia a la abrasión; se recubre con una capa metálica con facilidad.

El ABS se puede, en una de sus variantes, cromar por electrólisis dándole distintos baños de metal a los cuales es receptivo.

Aplicaciones y sus usos

Se utiliza comúnmente en aplicaciones:

- Automotrices: Partes cromadas, partes internas en las vestiduras e interiores y partes externas pintadas en color carrocería. Para partes no pintadas se usa el ASA.
- Jugueteras: Bloques de LEGO y Airsoft.
- Electrónicas: Como **carcasas de televisores, radios, ordenadores, ratones, impresoras.**
- Oficina: En grapadoras, carpetas pesadas.

Se pueden usar en aleaciones con otros plásticos. Así por ejemplo, el ABS con el PVC da un plástico de alta resistencia a la llama que le permite encontrar amplio uso en la construcción de televisores. También se le puede añadir PTFE para reducir su coeficiente de fricción, o compuestos halogenados para aumentar su resistencia al fuego.

En Los principales productores de ABS en América y Europa son BASF (bajo en nombre comercial de *Terluran*), Lanxess, actualmente INEOS ABS y GE-plastics, actualmente SABIC. A nivel mundial el primer productor es CHIMEI de Taiwan, y el segundo LG Chem de Korea.

Propiedades

Los materiales de ABS tienen importantes propiedades en ingeniería, como buena resistencia mecánica y al impacto combinado con facilidad para el procesado.

La resistencia al impacto de los plásticos ABS se ve incrementada al aumentar el porcentaje de contenido en butadieno pero disminuyen entonces las propiedades de resistencia a la tensión y disminuye la temperatura de deformación por calor.

El amplio rango de propiedades que exhibe el ABS es debido a las propiedades que presentan cada uno de sus componentes.

El acrilonitrilo proporciona:

- Resistencia térmica
- Resistencia química
- Resistencia a la fatiga
- Dureza y rigidez



El butadieno proporciona:

- Ductilidad a baja temperatura
- Resistencia al impacto
- Resistencia a la fusión

El estireno proporciona:

- Facilidad de procesado (fluidez)
- Brillo
- Dureza y rigidez

Excepto en películas delgadas, es opaco y puede ser de color oscuro o marfil y se puede pigmentar en la mayoría de los colores, obteniéndose partes lustrosas de acabado fino.

La mayoría de los plásticos ABS son no tóxicos e incoloros.

Pueden ser extruidos, moldeados por inyección, soplado y prensado. Generalmente los grados de bajo impacto son los que más fácil se procesan. Los de alto impacto son más dificultosos porque al tener un mayor contenido en caucho los hace más viscosos.

A pesar de que no son altamente inflamables, mantienen la combustión. Hay algunos tipos autoextinguibles para cuando se requiere algún producto incombustible, otra solución consiste en aplicar algún retardante de llama.

Dentro de una variedad de termoplásticos el ABS es importante por sus balanceadas propiedades. El ABS se destaca por combinar dos propiedades muy importantes como ser la resistencia a la tensión y la resistencia al impacto en un mismo material, además de ser un material liviano.

Resistencia a la abrasión	Alta
Permeabilidad	Todos los grados son considerados impermeables al agua, pero ligeramente permeables al vapor.
Propiedades relativas a la fricción	No los degradan los aceites son recomendables para cojinetes sometidos a cargas y velocidades moderadas
Estabilidad dimensional	Es una de las características más sobresalientes, lo que permite emplearla en partes de tolerancia dimensional cerrada. La baja capacidad de absorción de la resina y su resistencia a los fluidos fríos, contribuyen a su estabilidad dimensional
Pigmentación	La mayoría de estas resinas, están disponibles en colores estándar sobre pedido, se pueden pigmentar aunque requieren equipo especial.
Facilidad de unión	Se unen fácilmente entre sí y con materiales plásticos de otros grupos mediante cementos y adhesivos
Cap. de absorción	Baja
Propiedades	La exposición prolongada al sol produce una capa delgada



ambientales	quebradiza, causando un cambio de color y reduciendo el brillo de la superficie y la resistencia a la flexión. La pigmentación en negro provee mayor resistencia a la intemperie
Resistencia química	Generalmente buena aunque depende del grado de la resina, de la concentración química, temperatura y esfuerzos sobre las partes. En general no son afectadas por el agua, sales inorgánicas, álcalis y por muchos ácidos. Son solubles en ésteres, acetona, aldehídos y en algunos hidrocarburos clorados
Formado	Se adaptan bien a las operaciones secundarias de formado. Cuando se calientan, los perfiles extruidos, se pueden doblar y estampar.
Facilidad de maquinado	Sus características son similares a las de los metales no ferrosos, se pueden barrenar, fresar, torneear, aserrar y troquelar
Acabados superficiales	Pueden ser acabados mediante metalizado al vacío y electro plateado
Resistencia a la fatiga	Se presenta para cargas cíclicas o permanentes mayores a 0.7 Kg mm ²
Recocida	Se mantiene 5° C arriba de la Temp. de distorsión durante 2 a 4 h.



1.3.2 Bronce

Bronce es toda aleación metálica de cobre y estaño en la que el primero constituye su base y el segundo aparece en una proporción del 3% al 20%.

Las aleaciones constituidas por cobre y zinc se denominan propiamente latón; sin embargo, dado que en la actualidad el cobre se suele alea con el estaño y el zinc al mismo tiempo, en el lenguaje no especializado la diferencia entre bronce y latón es bastante imprecisa.

El bronce fue la primera aleación de importancia obtenida por el hombre y da su nombre al período prehistórico conocido como Edad de bronce. Durante milenios fue la aleación básica para la fabricación de armas y utensilios, y orfebres de todas las épocas lo han utilizado en joyería, medallas y escultura. Las monedas acuñadas con aleaciones de bronce tuvieron un protagonismo relevante en el comercio y la economía mundial.

Cabe destacar entre sus aplicaciones actuales su uso en partes mecánicas resistentes al roce y a la corrosión, en instrumentos musicales de buena calidad como campanas, gongs, platillos de acompañamiento, saxofones, y en la fabricación de cuerdas de pianos, arpas y guitarras.

Propiedades

Exceptuando al acero, las aleaciones de bronce son superiores a las de hierro en casi todas las aplicaciones. Por su elevado calor específico, el mayor de todos los sólidos, se emplea en aplicaciones de transferencia del calor

Comparación entre bronce y aceros

Aunque desarrollan pátina no se oxidan bajo la superficie, son más frágiles y tienen menor punto de fusión. Son aproximadamente un 10% más pesadas que el acero, a excepción de las compuestas por aluminio o sílice. También son menos rígidas, por lo tanto en aplicaciones elásticas como resortes acumulan menos energía que las piezas similares de acero. Resisten la corrosión, incluso la de origen marino, el umbral de fatiga metálica es menor, y son mejores conductores del calor y la electricidad.

Otra característica diferencial de las aleaciones de bronce respecto al acero, es la ausencia de chispas cuando se le golpea contra superficies duras. Esta propiedad ha sido aprovechada para fabricar martillos, mazas, llaves ajustables y otras herramientas para uso en atmósferas explosivas o en presencia de gases inflamables.

Versatilidad

El cobre y sus aleaciones tienen una amplia variedad de usos como resultado de la versatilidad de sus propiedades mecánicas, físicas y químicas. Téngase en cuenta, por ejemplo, la **conductividad eléctrica** del cobre puro, la excelente maleabilidad de los cartuchos de munición fabricados en latón, la baja fricción de aleaciones cobre-plomo, la sonoridad del bronce para campanas y la resistencia a la corrosión de la mayoría de sus aleaciones.



Propiedades Físicas

Datos para una aleación promedio 89 % cobre y 11 % estaño:

- Densidad: 8,29 g / cm³.
- Punto de fusión: 830 a 1020 °C
- Coeficiente de temperatura: 0,0006 K⁻¹
- Resistividad eléctrica: 14 a 16 μOhm/cm
- Coeficiente de expansión térmica: entre 20 y 100 °C ---> 17,00 x 10⁻⁶ K⁻¹
- Conductividad térmica a 23 °C : 42 a 50 W^m-1

Propiedades mecánicas

- Elongación: < 65%
- Dureza Brinell: 70 a 200
- Módulo de elasticidad: 80 a 115 GPa
- Resistencia a la cizalla: 230 a 490 MPa
- Resistencia a la tracción: 300 a 900 MPa

1.3.3 Caucho de silicona

Caucho de silicona es un parecido a la goma material compuesto de silicona -en sí mismo un polímero que contiene silicio con carbono, hidrógeno y oxígeno-. cauchos de silicona son ampliamente utilizados en la industria, y hay múltiples formulaciones. cauchos de silicona son polímeros a menudo de uno o de dos partes, y puede contener rellenos para mejorar las propiedades o reducir costos. de caucho de silicona en general no reactivos, estables y resistentes a condiciones extremas y temperaturas de -55°C a 300°C , manteniendo sus propiedades útiles. Debido a estas propiedades y su facilidad de fabricación y moldeo de caucho de silicona se pueden encontrar en una amplia variedad de productos, incluyendo: aplicaciones de automoción, cocinar, hornear, y productos de almacenamiento de alimentos, prendas de vestir como ropa interior, ropa deportiva y calzado, la electrónica; dispositivos médicos y los implantes, y en reparaciones en el hogar y hardware con productos tales como selladores de silicona.

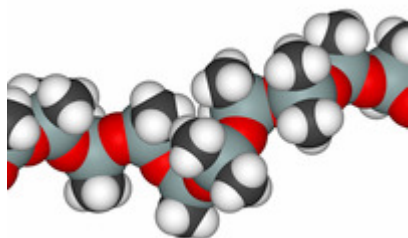
Durante la fabricación de calor puede ser necesario para vulcanizar (conectado o cura) la silicona en su forma, como de goma. Esto se realiza normalmente en un proceso de dos fases en el punto de fabricación en la forma deseada, y luego en un prolongado proceso de post-cura. También puede ser moldeoado por inyección.

Propiedades

Las propiedades de caucho de silicona ofrece una buena resistencia a temperaturas extremas, pudiendo funcionar con normalidad desde -55°C a $+300^{\circ}\text{C}$. A las temperaturas extremas, la resistencia a la tracción, elongación, resistencia al desgarrar y establecer la compresión puede ser muy superior a los cauchos convencionales, aunque sigue siendo baja en relación con otros materiales. goma orgánica tiene un carbono con la espina dorsal de carbono, que pueden dejar susceptibles a la capa de ozono, radiación UV, el calor y otros factores de envejecimiento que el caucho de silicona pueden soportar bien. Esto hace que sea uno de los elastómeros de elección en muchos ambientes extremos.

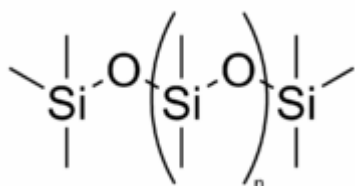
En comparación con cauchos orgánicos, sin embargo, el caucho de silicona tiene una muy baja resistencia a la tracción. Por esta razón, es necesario tener cuidado en el diseño de productos para soportar las cargas impuestas bajo aún. de caucho de silicona es un material altamente inerte y no reacciona con la mayoría de los productos químicos. Debido a su inercia, se utiliza en muchas aplicaciones médicas y en implantes médicos.

Estructura



Cadena de goma de silicona

Polisiloxanos difieren de otros polímeros en que sus espinas dorsales consisten en Si-O-Si las unidades a diferencia de muchos otros polímeros que contienen columnas vertebrales de carbono. Una característica interesante es una muy baja temperatura de transición de cristal de cerca de -127°C (Fitzpatrick 1999:428). Polisiloxano es muy flexible debido a los ángulos de enlace y grandes longitudes de enlace en comparación con los que se encuentran en más polímeros básicos como el polietileno. Por ejemplo, una unidad de columna vertebral de CC tiene una longitud de enlace de $1,54\text{ \AA}$ y un ángulo de enlace de 112° , mientras que la unidad de columna vertebral siloxano Si-O tiene una longitud de enlace de $1,63\text{ \AA}$ y un ángulo de enlace de 130° .



repetir la unidad de caucho de silicona

La columna vertebral siloxano difiere mucho de la columna vertebral de polietileno de base, dando un polímero mucho más flexible. Debido a que las longitudes de enlace son más largas, pueden moverse más fácilmente y el cambio de conformación, lo que hace de un material flexible. Polisiloxanos también tienden a ser químicamente inerte, debido a la fuerza de la unión silicio-oxígeno. A pesar de silicio que es un congénere de carbono, silicio análogos de los compuestos de carbono por lo general presentan propiedades diferentes, debido a las diferencias en la estructura electrónica y electronegatividad entre los dos elementos, el silicio-oxígeno de bonos en polisiloxanos es significativamente más estable que el enlace carbono-oxígeno en polioximetileno (un polímero de estructura similar), debido a su mayor energía de enlace.

Propiedades mecánicas

Dureza, Shore A	10-90
Resistencia a la tracción	11 N / mm^2
Alargamiento de rotura	100-1100%
Temperatura máxima	$+300^{\circ}\text{C}$
Temperatura mínima	-120°C

1.3.4 AISI 347 acero inoxidable recocido

La aleación 347 (S34700) es un acero inoxidable estabilizado que ofrece, como su principal ventaja, una excelente resistencia a la corrosión intergranular subsecuente a la exposición en el rango de precipitación de carburo de cromo de 800 a 1500° F (427 a 816°C). La aleación 347 se estabiliza agregándole niobio (columbio) y tantalio.

El acero inoxidable 347 también ofrece ventajas para servicio a altas temperaturas debido a sus buenas propiedades mecánicas. El acero inoxidable 347 ofrece propiedades superiores de resistencia a la fractura bajo tensión (creep) y resistencia a la ruptura que la aleación 304 y, particularmente, que la aleación 304L, por lo cual también puede considerarse para exposiciones donde la sensibilización y la corrosión intergranular son de interés.

Está disponible una versión alta en carbono, la aleación 347H. Este grado tiene una designación UNS S34709.

Elementos	Porcentaje
Carbono (Carbon), C	0 - .08 %
Manganeso (Manganese), Mn	0 - 2 %
Fósforo (Phosphorous), P	0 - .045 %
Azufre (Sulfur), S	0 - .030 %
Silicio (Silicon), Si	0 - .75 %
Cromo (Chromium), Cr	17 - 19 %
Níquel (Nickel), Ni	9 - 13 %
Tantalio (Tantalum), Ta	0 - 1 %
Niobio/Columbio (Niobium/Columbium), Nb	64.095 - 1 %
Hierro (Iron), Fe	RESTO

Este material reúne las siguientes propiedades:

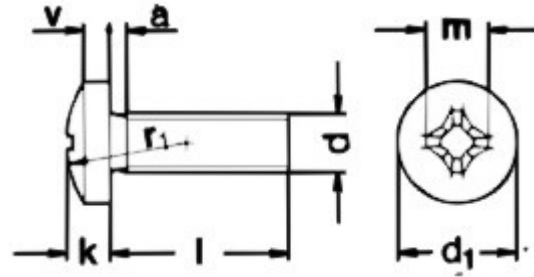
Propiedades eléctricas	
Resistividad Eléctrica (μOhmcm)	70-73
Propiedades mecánicas	
Alargamiento de rotura (%)	<60
Dureza - Brinell	160-190
Resistencia al impacto Izod (J m^{-1})	20-136
Módulo de elasticidad (GPa)	190-210
Resistencia a la tracción (MPa)	520-1100
Propiedades físicas	
Densidad (g cm^{-3})	8
Punto de fusión (C)	1400-1425

1.4 TORNILLOS DIN 7985

Machine Screws

4.8 Grade

DIN
7985
ISO 7045



Phillips Pan Head

M050 - 7985-4.8 Zinc Plated

Diameter	M2	M2.5	M3	M3.5	M4	M5	M6	M8	M10
m approx.	2.5	2.7	3.1	4.2	4.6	5.3	6.8	9	10.2
r ₁ approx.	4	5	6	7	8	10	12	16	20
a max.	-	-	1	-	1.4	1.6	2	2.5	-
v approx.	1.1	1.3	1.6	1.9	2	2.5	3	3.7	4.8
k	1.6	2	2.4	2.7	3.1	3.8	4.6	6	7.5
d ₁ max.	4	5	6	7	8	10	12	16	20
Driver Size	H1	H1	H1	H2	H2	H2	H3	H4	H4
Length (mm)	Pkg.								
Order Number -> 7985-4.8 M10x30 = M050-010-0030									



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL MECÁNICO

“DESARROLLO DE SOLUCIÓN TÉCNICA PARA LA INTEGRACIÓN DE SISTEMAS DE COMUNICACIÓN VIA RADIOFRECUENCIA”

DOCUMENTO 4: PLANOS

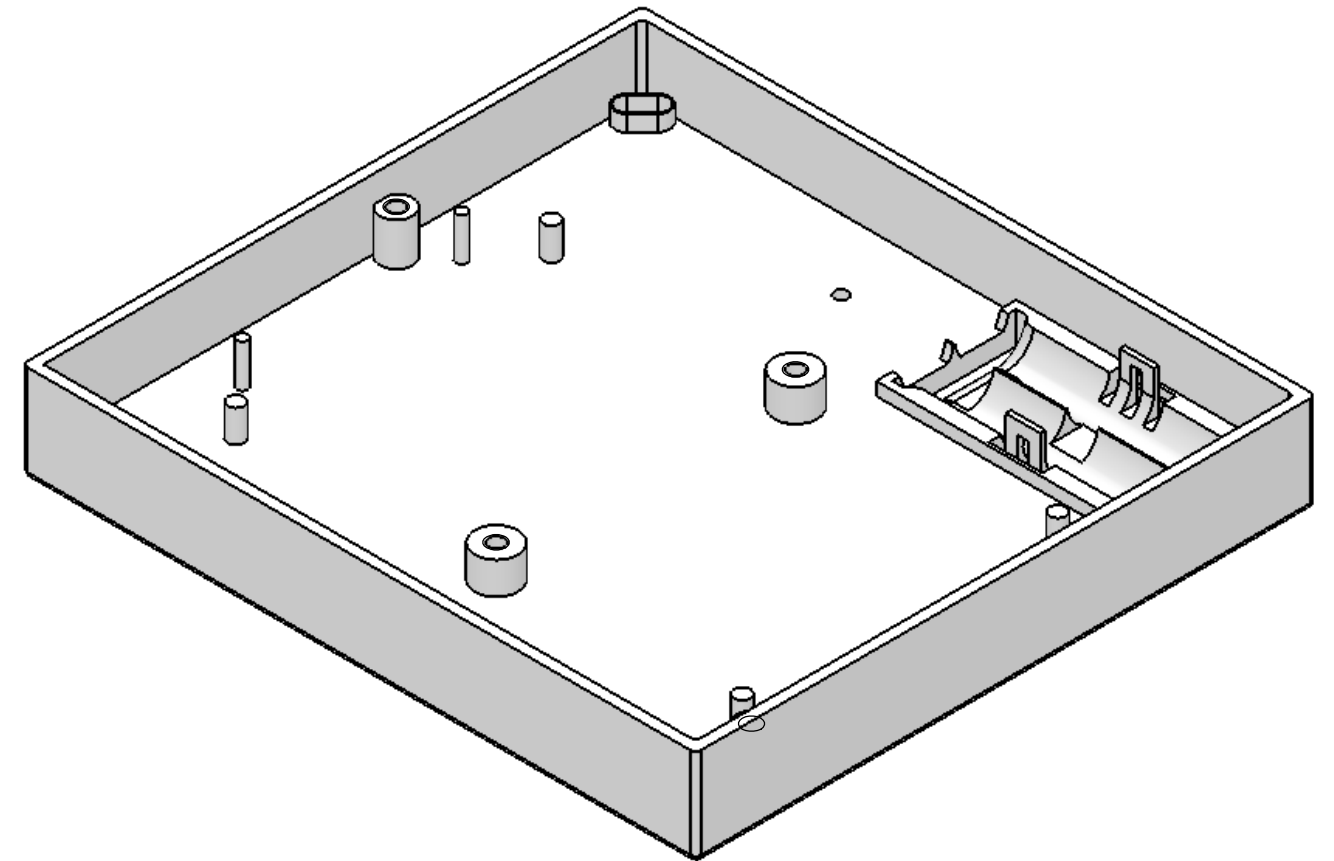
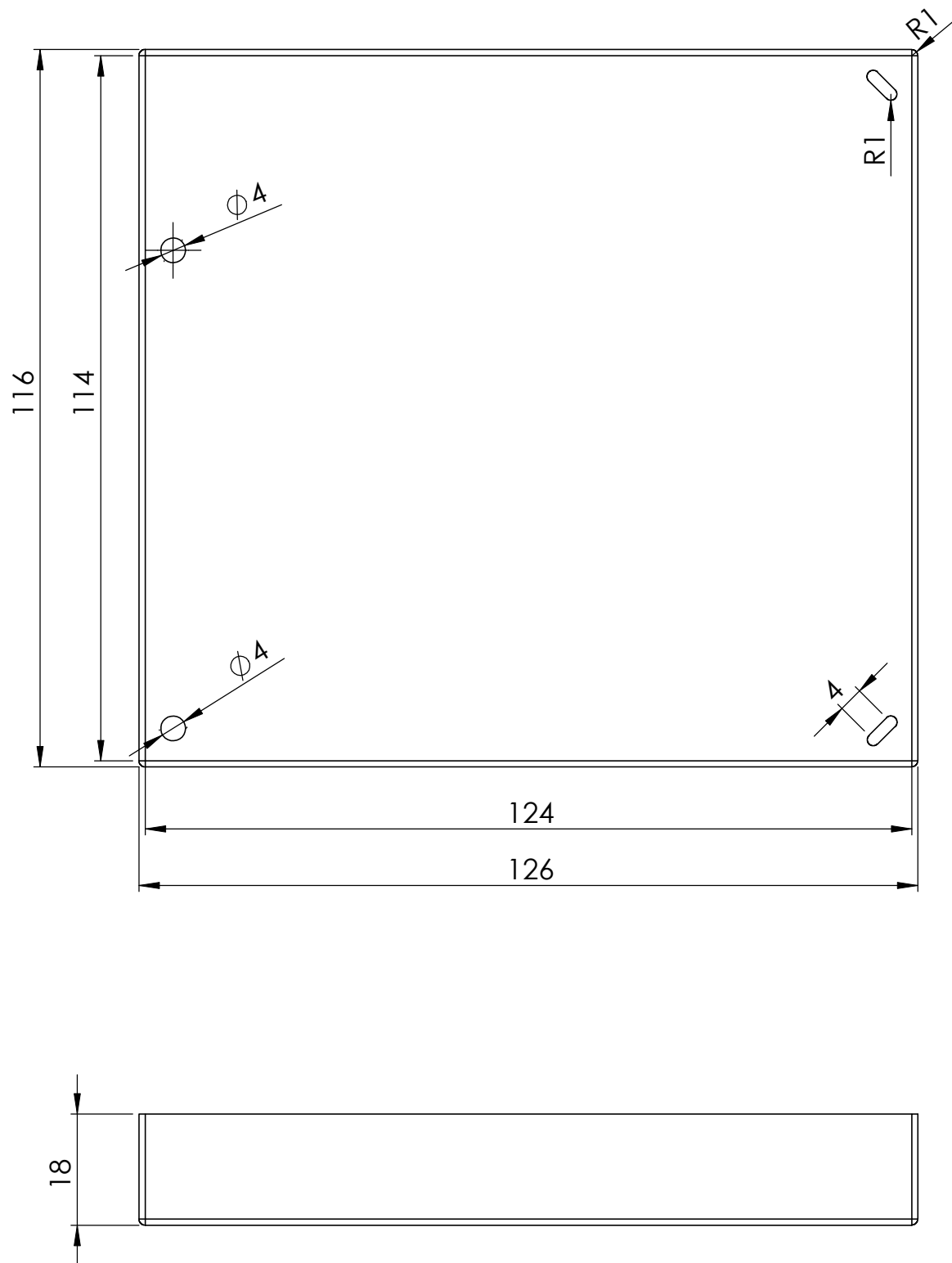
JAVIER AUTOR QUEL

SARA MARCELINO

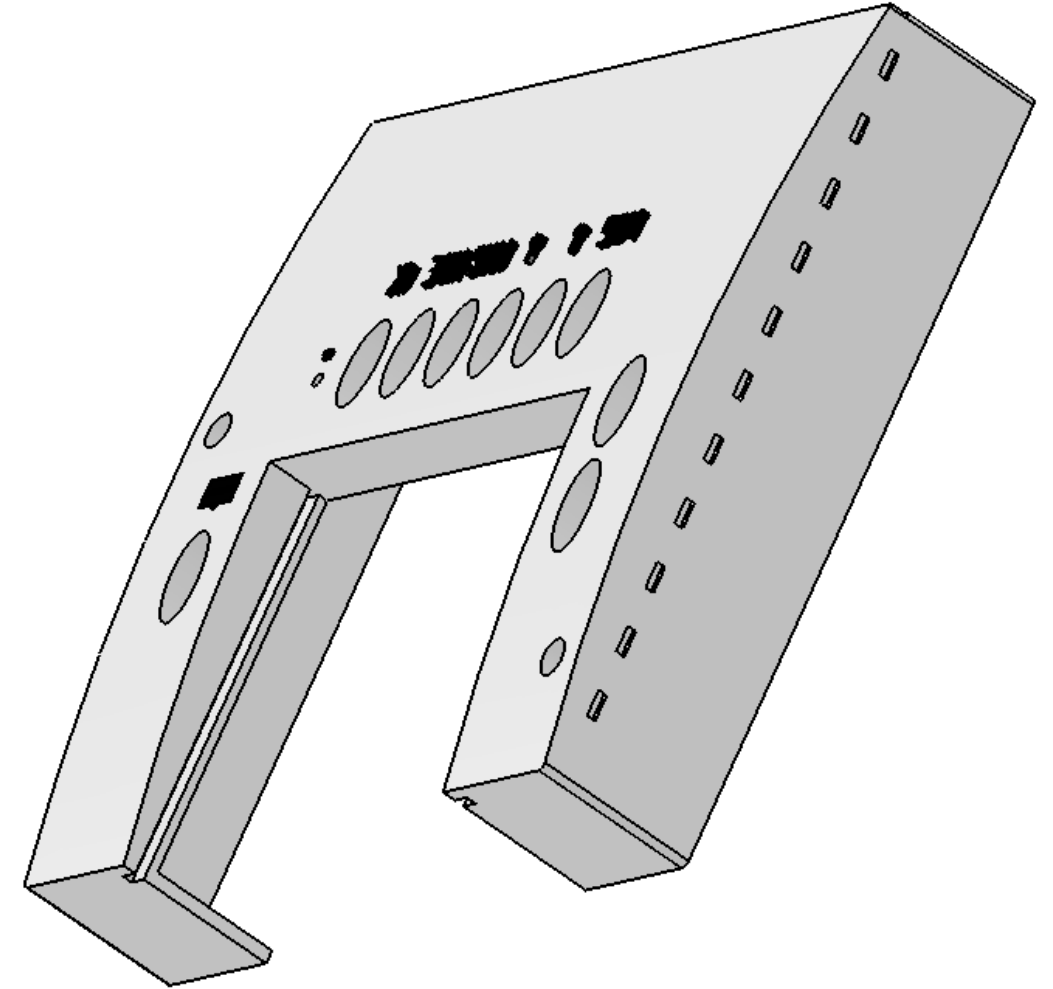
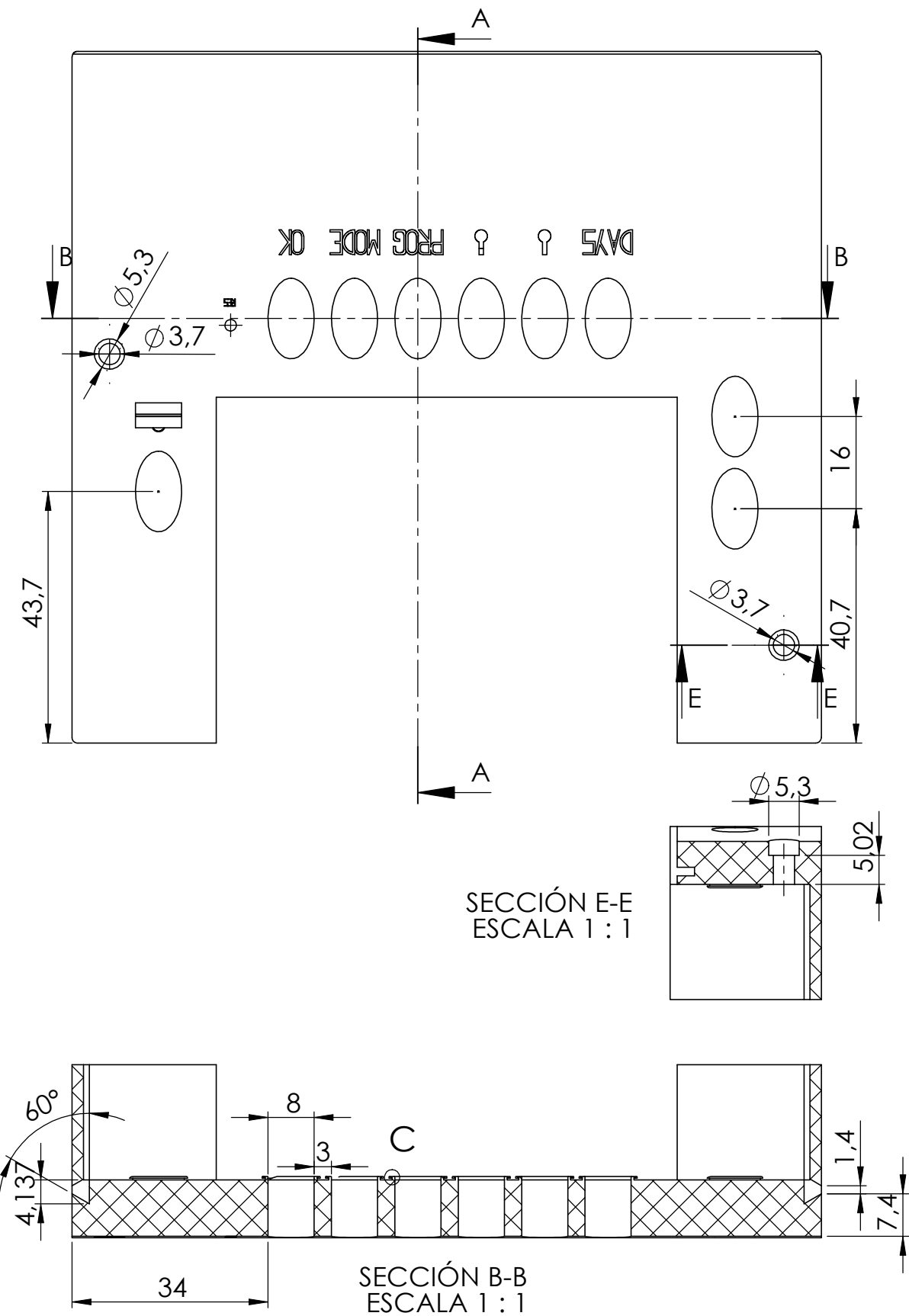
Pamplona, 14/4/2011

INDICE

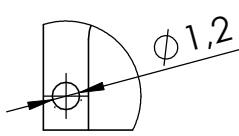
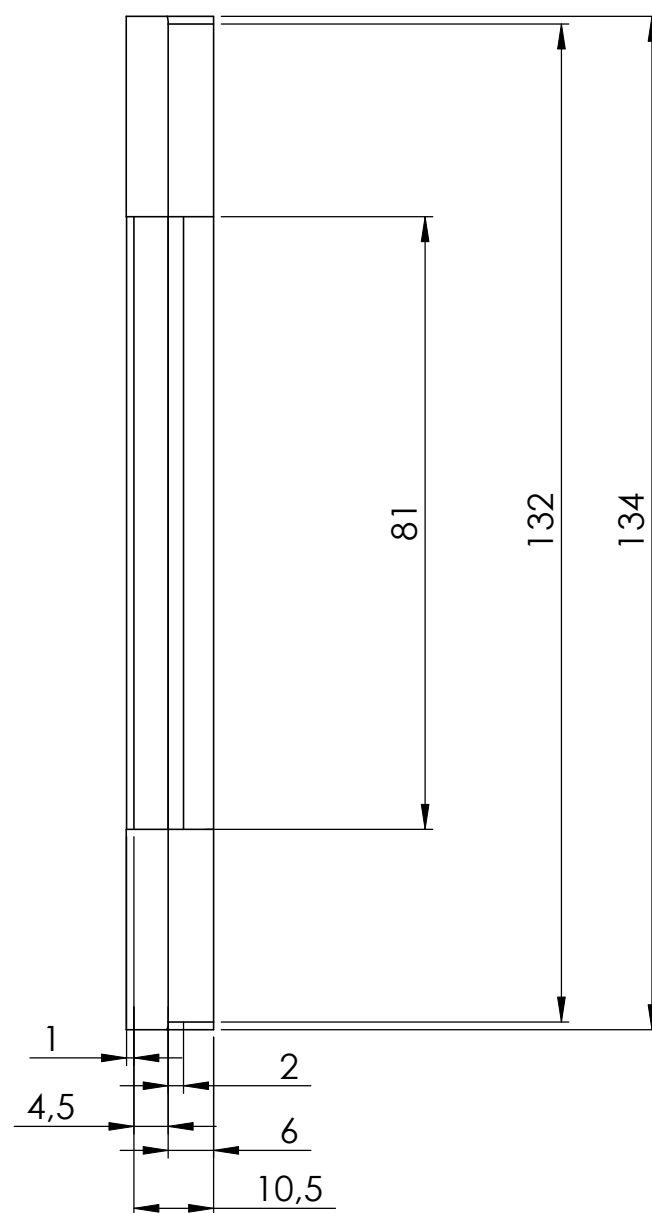
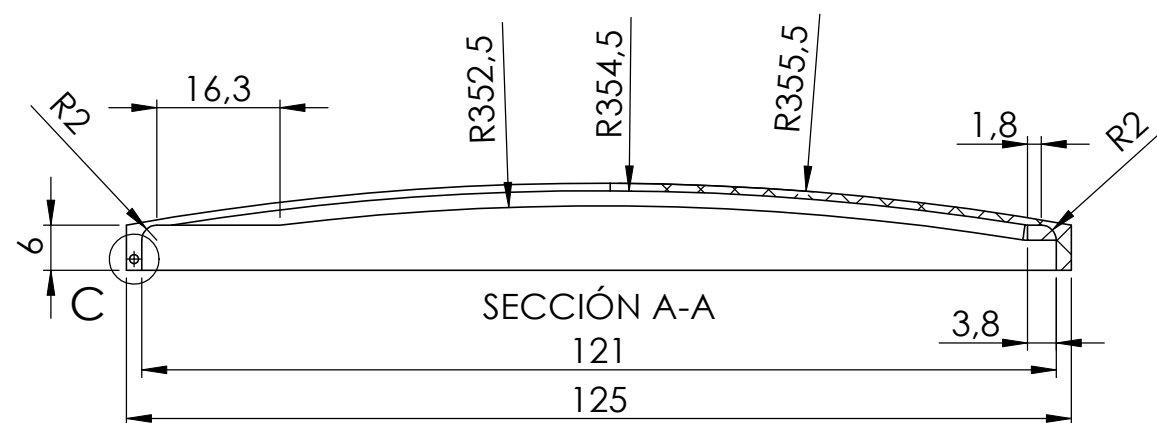
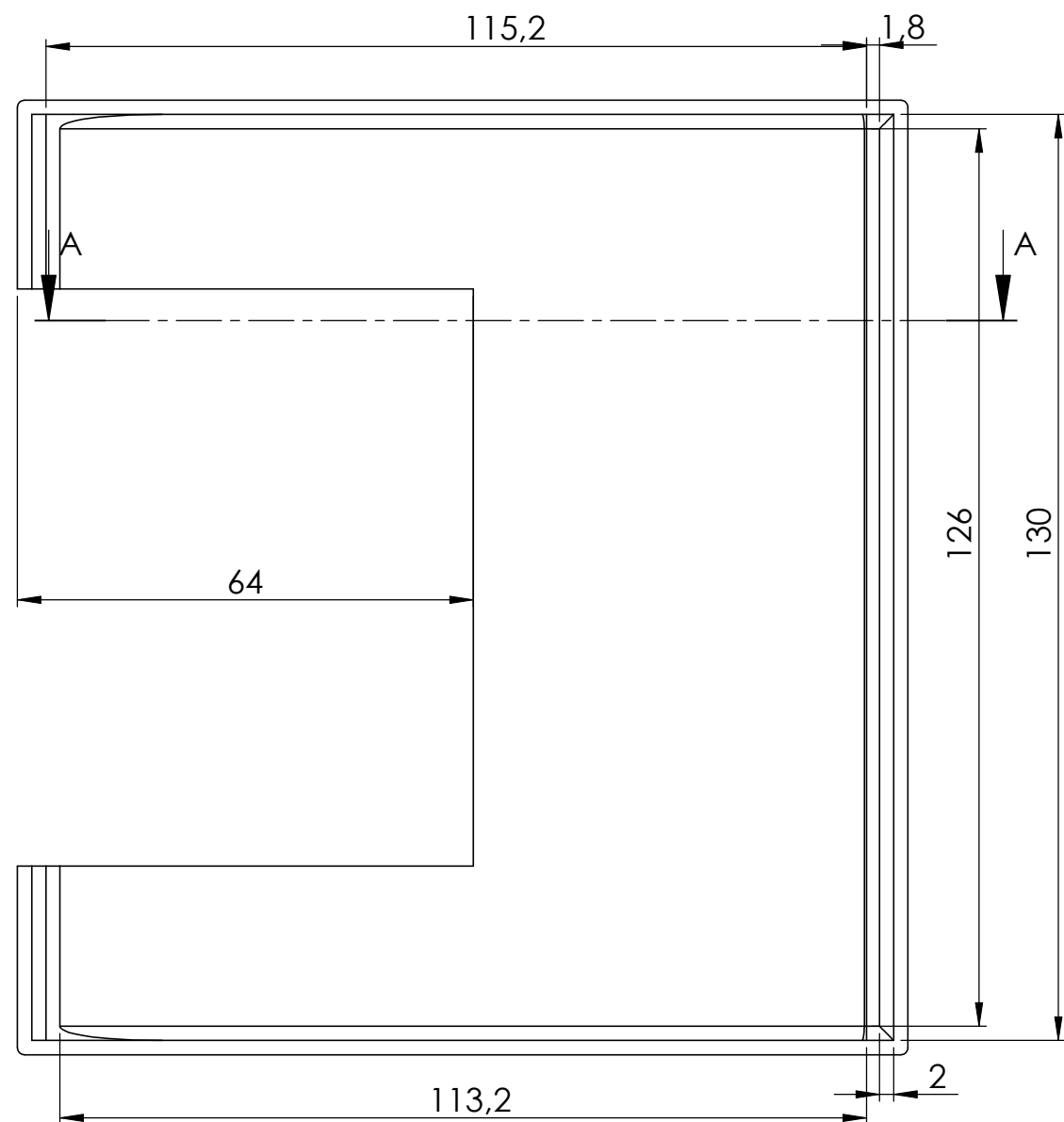
- **PLANO 1: BASE (Parte 1)**
- **PLANO 2: BASE (Parte 2)**
- **PLANO 3: CARCASA EXTERIOR (Parte 1)**
- **PLANO 4: CARCASA EXTERIOR (Parte 2)**
- **PLANO 5: TAPA**
- **PLANO 6: SUJECCIÓN RECIPIENTE**
- **PLANO 7: RECIPIENTE EMISOR**
- **PLANO 8: PANTALLA DIGITAL**
- **PLANO 9: BASE DE PANTALLA DIGITAL**
- **PLANO 10: BOTÓN**
- **PLANO 11: BOTÓN PARA CAMBIO DE TEMPERATURA**
- **PLANO 12: BOTÓN RESET**
- **PLANO 13: METAL PILA**
- **PLANO 14: METAL PILA 2**
- **PLANO 15: CONJUNTO DE TERMOSTATO**



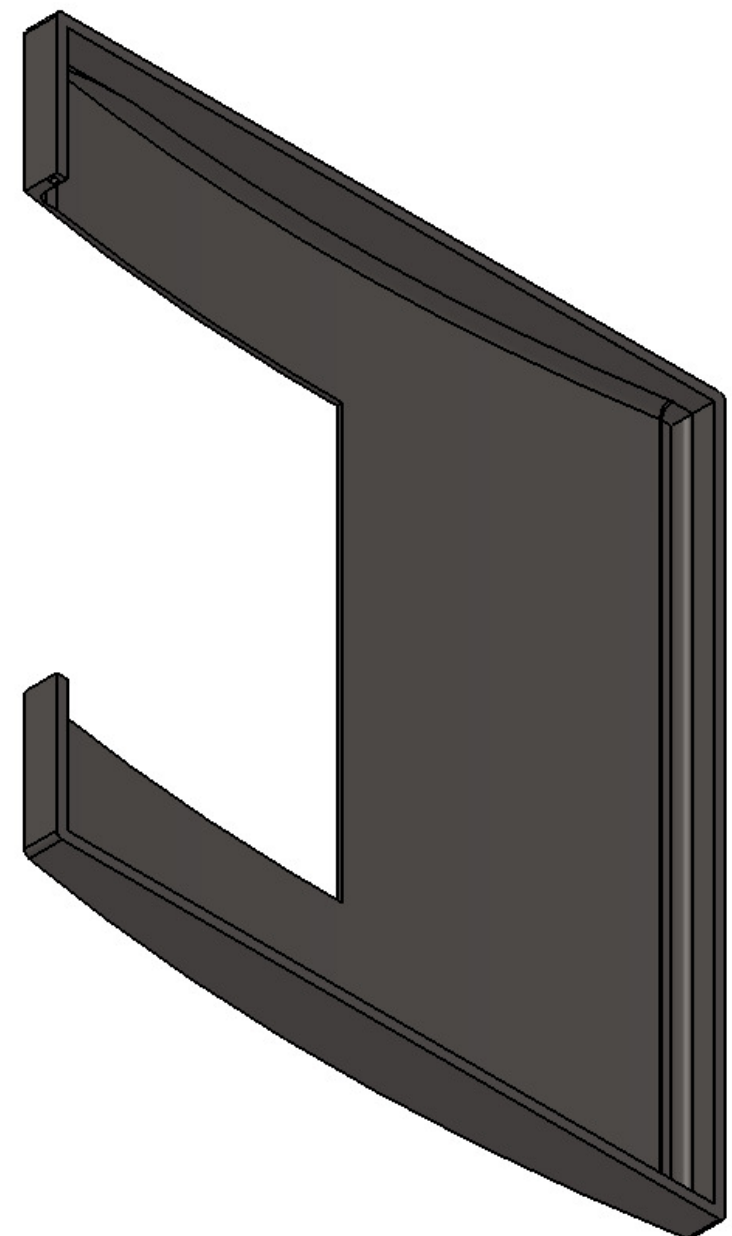
 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitatea Publikoa	E.T.S.I.I.T	DEPARTAMENTO: DEP. DE PROYECTOS E INGENIERÍA RURAL		
	INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL .M	MATERIAL: ABS		
PROYECTO: DESARROLLO DE SOLUCIÓN TÉCNICA PARA LA INTEGRACIÓN DE SISTEMAS DE COMUNICACIÓN VIA RADIOFRECUENCIA		REALIZADO: AUTOR QUEL, JAVIER		
		FIRMA:		
PLANO:	BASE (Parte 1)	FECHA: 14/4/2011	ESCALA: 1:2	Nº PLANO: 1



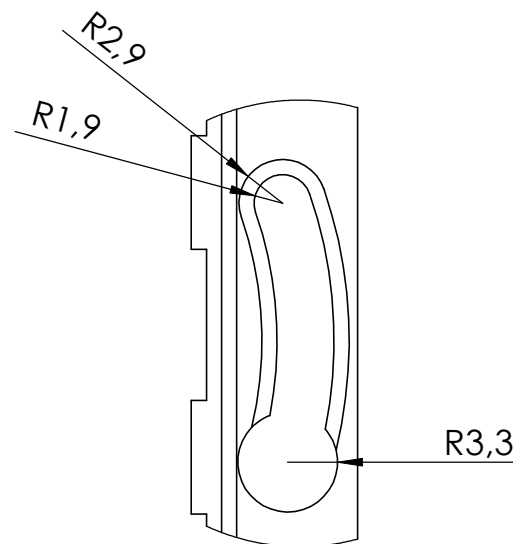
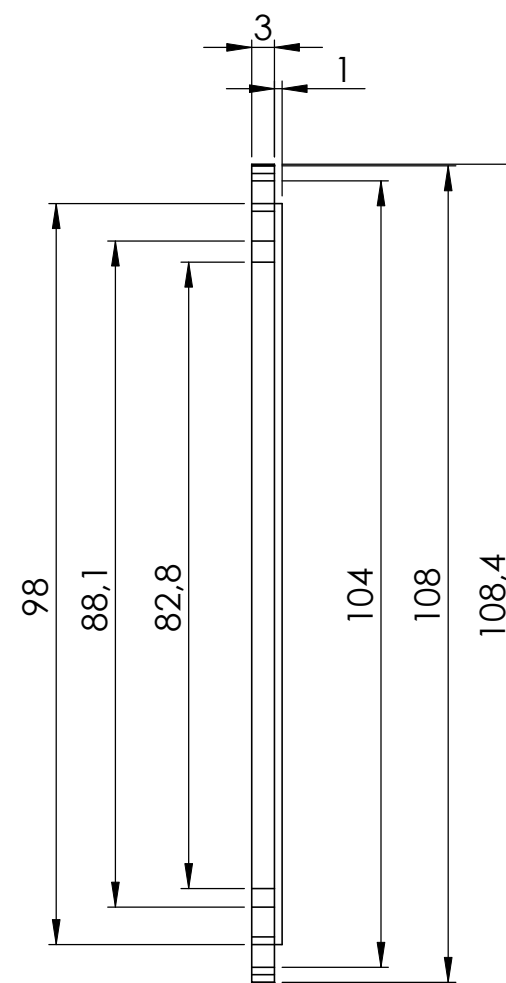
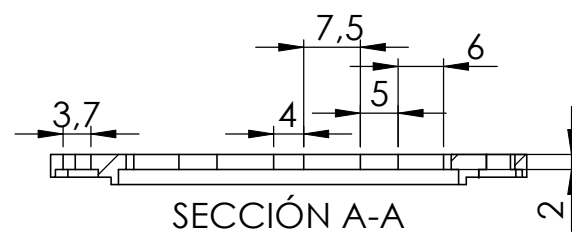
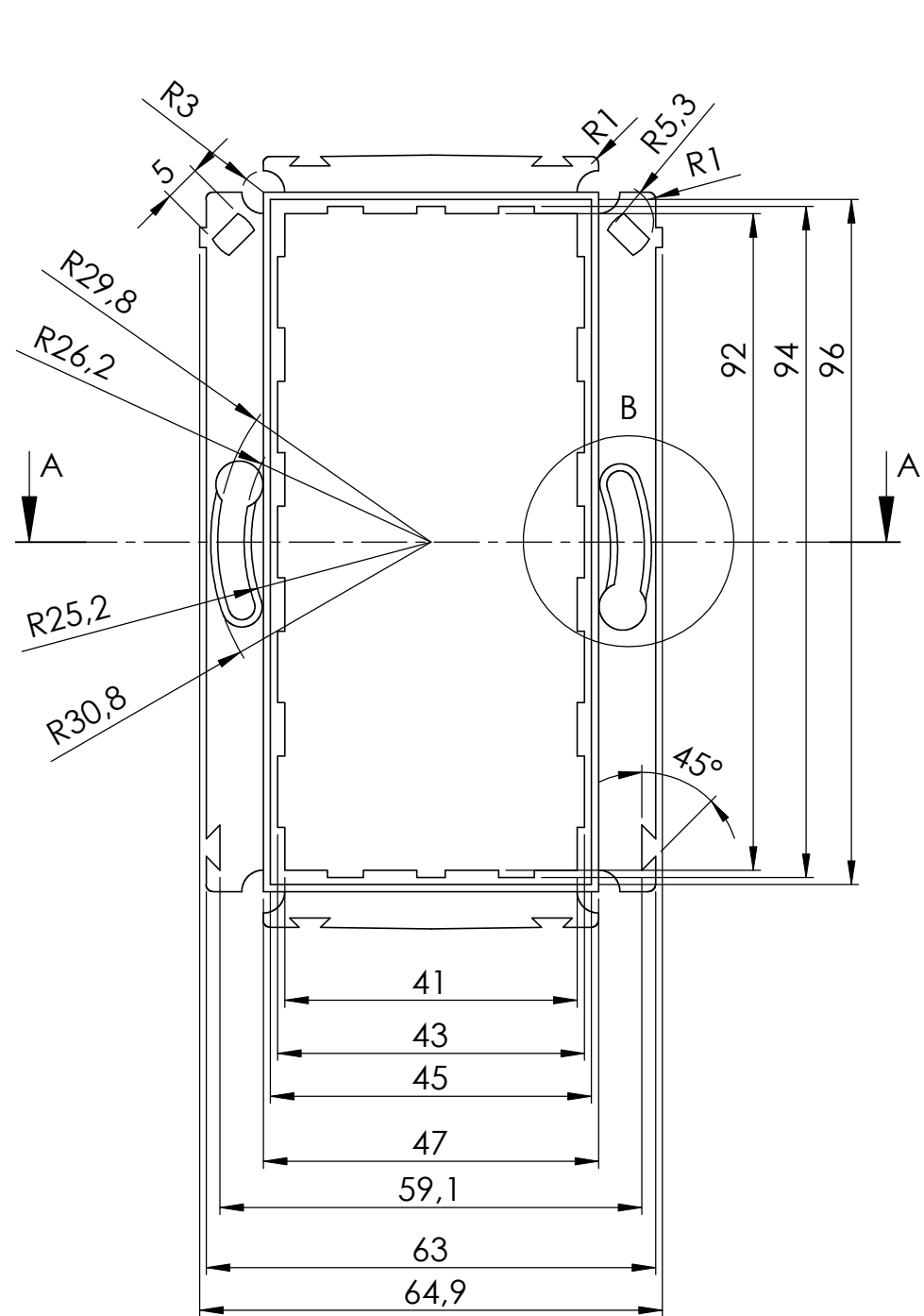
 upna <small>Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa</small>	E.T.S.I.I.T		DEPARTAMENTO: DEP. DE PROYECTOS E INGENIERÍA RURAL		
	INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL .M		MATERIAL: ABS		
PROYECTO: DESARROLLO DE SOLUCIÓN TÉCNICA PARA LA INTEGRACIÓN DE SISTEMAS DE COMUNICACIÓN VIA RADIOFRECUENCIA			REALIZADO: AUTOR QUEL, JAVIER		
			FIRMA:		
PLANO: CARCASA EXTERIOR (Parte 2)			FECHA: 14/4/2011	ESCALA: 1: 1	Nº PLANO: 4



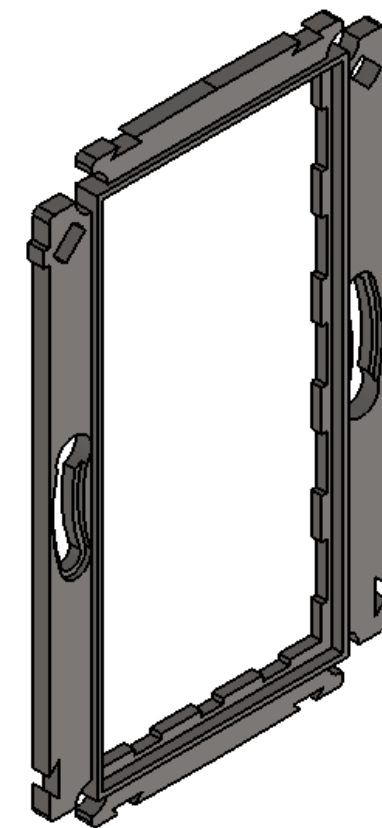
DETALLE C
ESCALA 3 : 1



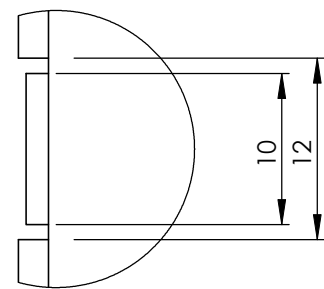
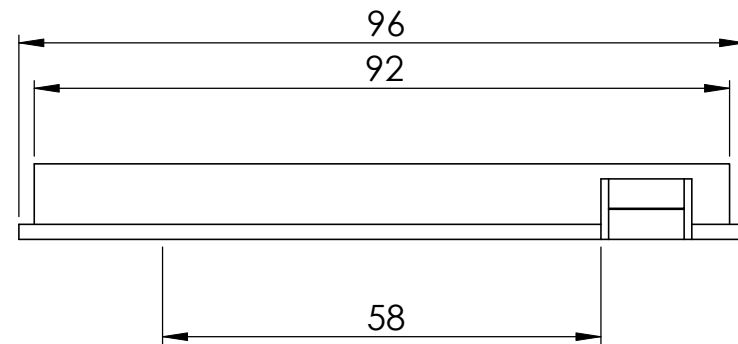
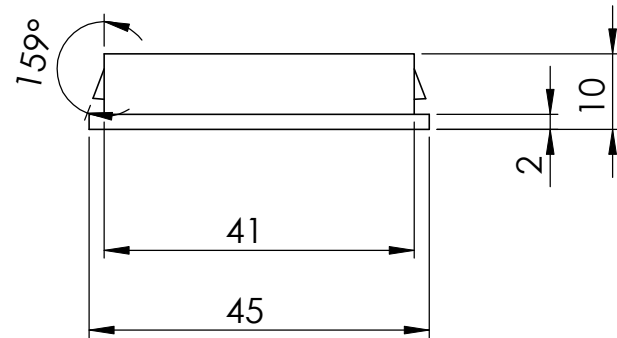
	E.T.S.I.I.T		DEPARTAMENTO: DEP. DE PROYECTOS E INGENIERÍA RURAL		
	INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL .M		MATERIAL: ABS		
PROYECTO: DESARROLLO DE SOLUCIÓN TÉCNICA PARA LA INTEGRACIÓN DE SISTEMAS DE COMUNICACIÓN VIA RADIOFRECUENCIA			REALIZADO: AUTOR QUEL, JAVIER		
			FIRMA:		
PLANO: TAPA			FECHA: 14/4/2011	ESCALA: 1 : 1	Nº PLANO: 5



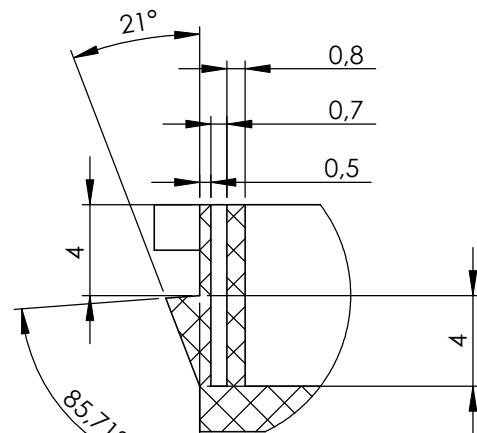
DETALLE B
ESCALA 2 : 1



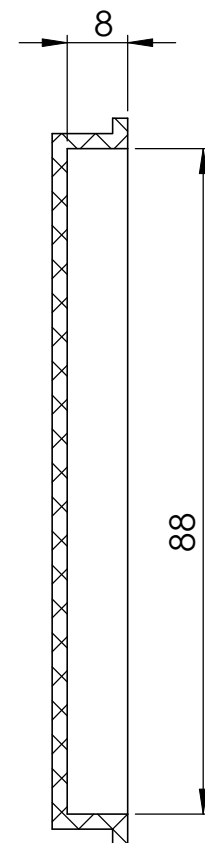
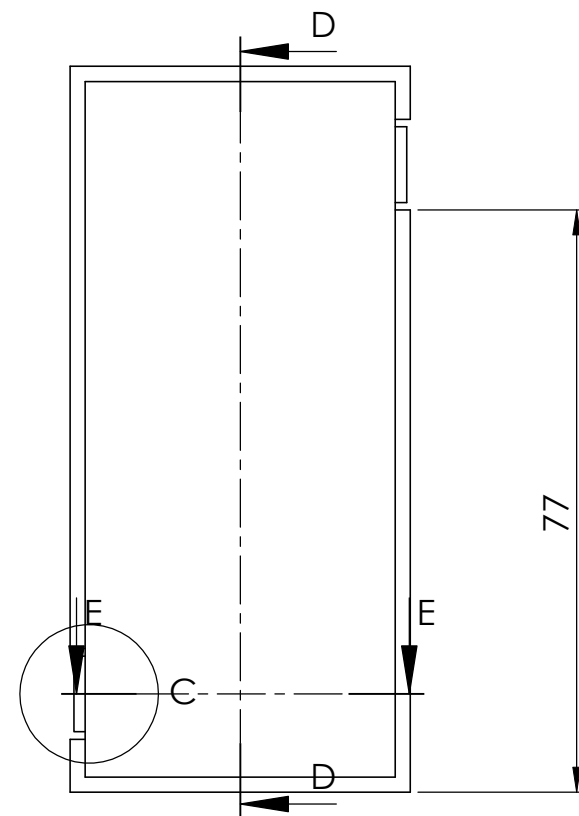
	E.T.S.I.I.T	DEPARTAMENTO: DEP. DE PROYECTOS E INGENIERÍA RURAL		
	INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL .M	MATERIAL: AISI 347 Acero Inoxidable		
PROYECTO: DESARROLLO DE SOLUCIÓN TÉCNICA PARA LA INTEGRACIÓN DE SISTEMAS DE COMUNICACIÓN VIA RADIOFRECUENCIA	REALIZADO: AUTOR QUEL, JAVIER			
	FIRMA:			
PLANO: SUJECCIÓN RECIPIENTE	FECHA: 14/4/2011	ESCALA: 1 : 1	Nº PLANO: 6	



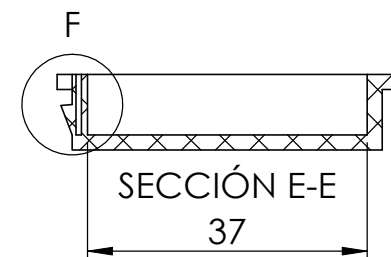
DETALLE C
ESCALA 2 : 1



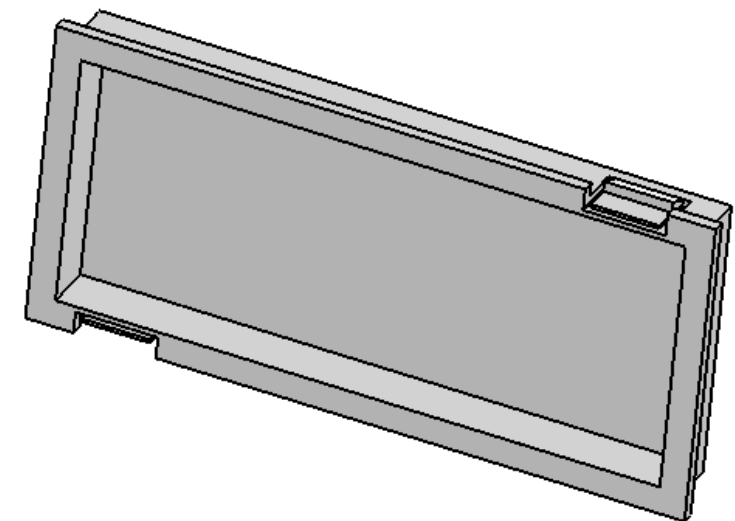
DETALLE F
ESCALA 3 : 1



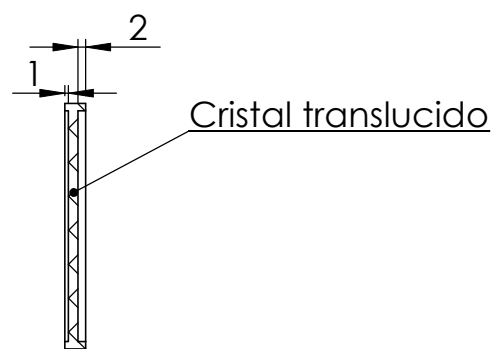
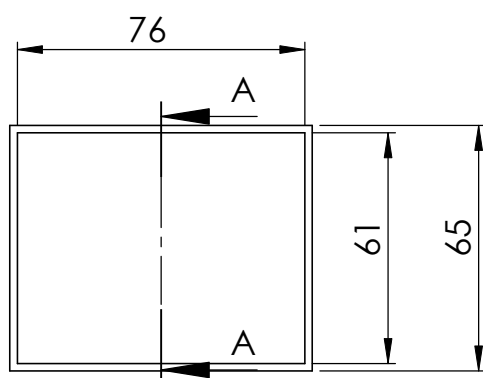
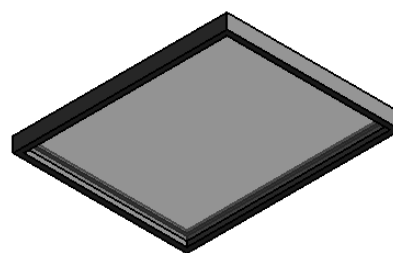
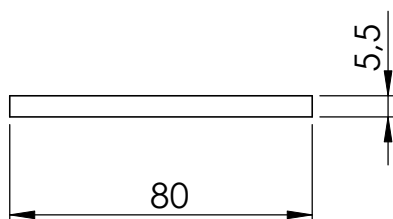
SECCIÓN D-D




SECCIÓN E-E
37

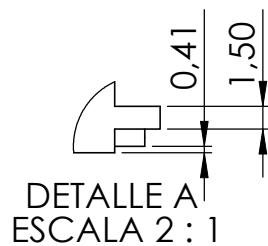
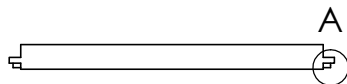
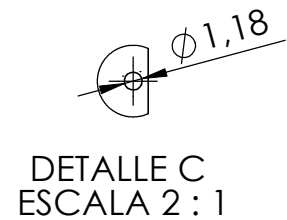
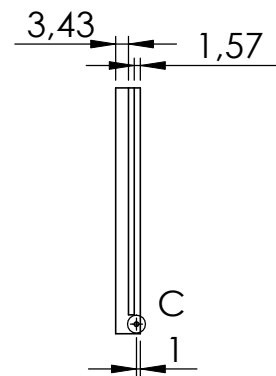
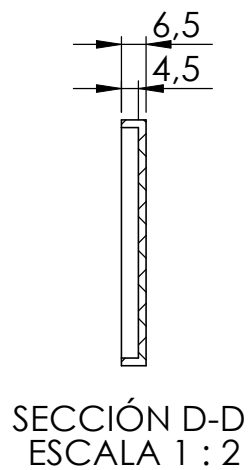
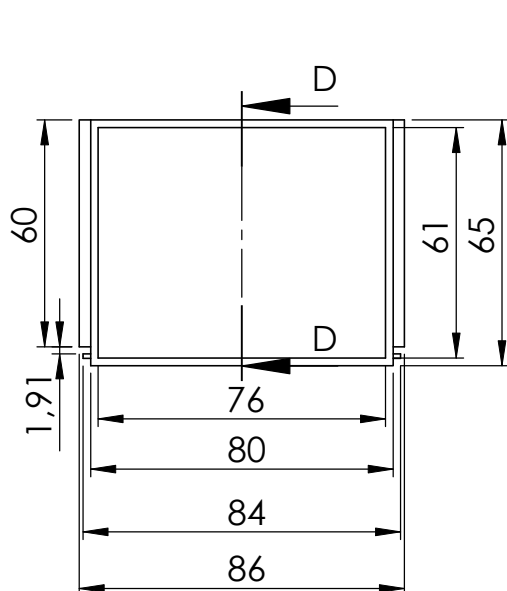


 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitatea Publikoa	E.T.S.I.I.T		DEPARTAMENTO: DEP. DE PROYECTOS E INGENIERÍA RURAL		
	INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL .M		MATERIAL: ABS		
PROYECTO: DESARROLLO DE SOLUCIÓN TÉCNICA PARA LA INTEGRACIÓN DE SISTEMAS DE COMUNICACIÓN VIA RADIOFRECUENCIA			REALIZADO: AUTOR QUEL, JAVIER		
			FIRMA:		
PLANO: RECIPIENTE EMISOR			FECHA: 14/4/2011	ESCALA: 1 : 1	Nº PLANO: 7



SECCIÓN A-A
ESCALA 1 : 2

 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T		DEPARTAMENTO: DEP. DE PROYECTOS E INGENIERÍA RURAL		
	INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL .M		MATERIAL: ABS		
PROYECTO: DESARROLLO DE SOLUCIÓN TÉCNICA PARA LA INTEGRACIÓN DE SISTEMAS DE COMUNICACIÓN VIA RADIOFRECUENCIA			REALIZADO: AUTOR QUEL, JAVIER		
			FIRMA:		
PLANO: PANTALLA DIGITAL Licencia educacional de SolidWorks Solo para uso académico			FECHA: 14/4/2011	ESCALA: 1:2	Nº PLANO: 8



upna
Universidad
Pública de Navarra
Nafarroako
Unibertsitate Publikoa

E.T.S.I.I.T

INGENIERO TÉCNICO
INDUSTRIAL .M

DEPARTAMENTO:
DEP. DE PROYECTOS
E INGENIERÍA RURAL

MATERIAL: ABS

PROYECTO:

DESARROLLO DE SOLUCIÓN TÉCNICA PARA LA
INTEGRACIÓN DE SISTEMAS DE COMUNICACIÓN
VIA RADIOFRECUENCIA

REALIZADO:

AUTOR QUEL, JAVIER

FIRMA:

PLANO: BASE DE PANTALLA DIGITAL

FECHA:

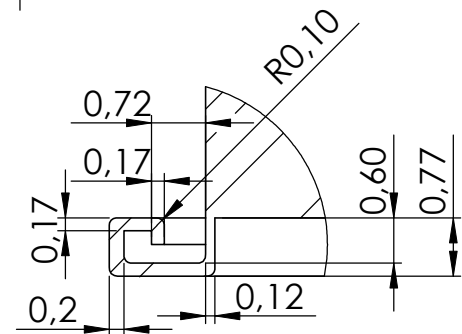
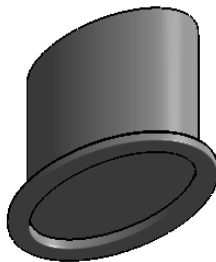
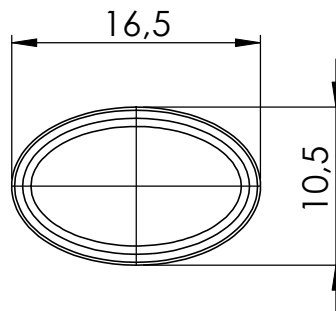
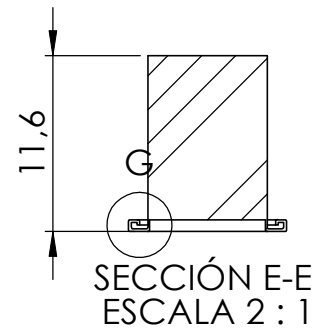
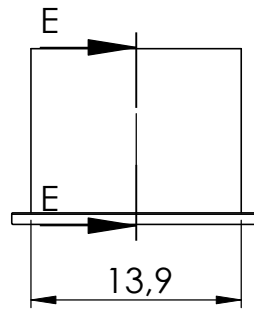
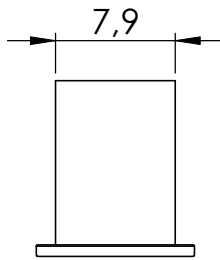
ESCALA:

Nº PLANO:

14/4/2011

1:2

9



DETALLE G
ESCALA 10 : 1



E.T.S.I.I.T

INGENIERO TÉCNICO
INDUSTRIAL .M

DEPARTAMENTO:
DEP. DE PROYECTOS
E INGENIERÍA RURAL

MATERIAL: Caucho de melanina

PROYECTO:

DESARROLLO DE SOLUCIÓN TÉCNICA PARA LA
INTEGRACIÓN DE SISTEMAS DE COMUNICACIÓN
VIA RADIOFRECUENCIA

REALIZADO:

AUTOR QUEL, JAVIER

FIRMA:



PLANO:

BOTÓN

Licencia educacional de SolidWorks
Solo para uso académico

FECHA:

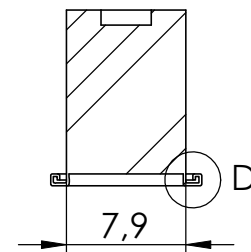
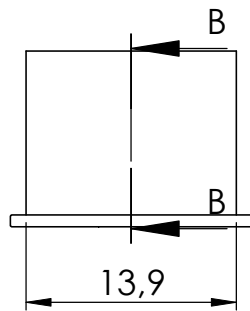
14/4/2011

ESCALA:

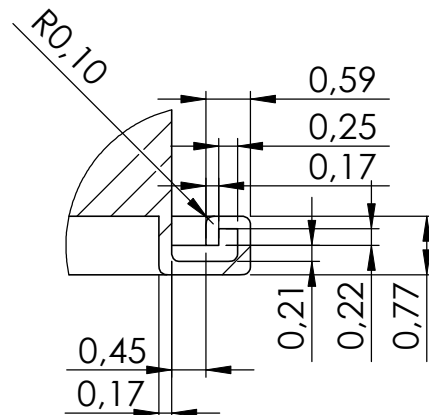
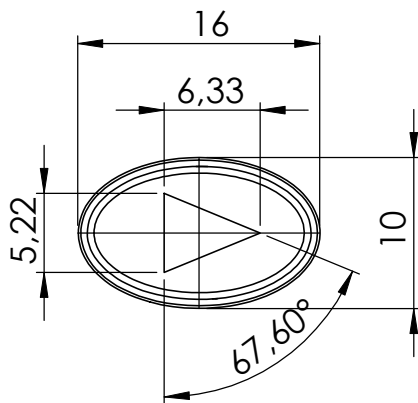
2:1

Nº PLANO:

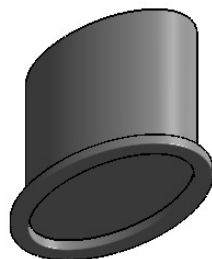
10



SECCIÓN B-B
ESCALA 2 : 1



DETALLE D
ESCALA 10 : 1



upna
Universidad
Pública de Navarra
Nafarroako
Unibertsitate Publikoa

E.T.S.I.I.T

INGENIERO TÉCNICO
INDUSTRIAL .M

DEPARTAMENTO:
DEP. DE PROYECTOS
E INGENIERÍA RURAL

MATERIAL: Caucho de silicona

PROYECTO:

DESARROLLO DE SOLUCIÓN TÉCNICA PARA LA
INTEGRACIÓN DE SISTEMAS DE COMUNICACIÓN
VIA RADIOFRECUENCIA

REALIZADO:

AUTOR QUEL, JAVIER

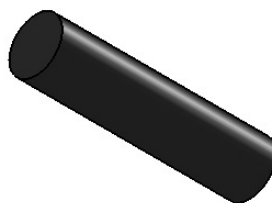
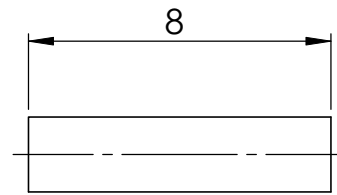
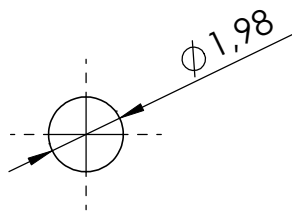
FIRMA:

PLANO: BOTÓN (CAMBIO DE TEMPERATURA)

FECHA:
14/4/2011

ESCALA:
2:1

Nº PLANO:
11



E.T.S.I.I.T

INGENIERO TÉCNICO
INDUSTRIAL .M

DEPARTAMENTO:
DEP. DE PROYECTOS
E INGENIERÍA RURAL

MATERIAL: Caucho de silicona

PROYECTO:

DESARROLLO DE SOLUCIÓN TÉCNICA PARA LA
INTEGRACIÓN DE SISTEMAS DE COMUNICACIÓN
VIA RADIOFRECUENCIA

REALIZADO:

AUTOR QUEL, JAVIER

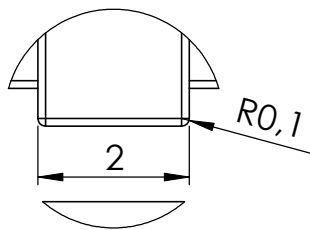
FIRMA:

PLANO: BOTÓN RESET

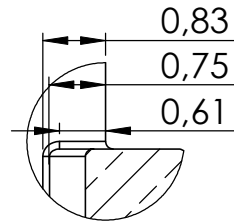
FECHA:
14/4/2011

ESCALA:
5:1

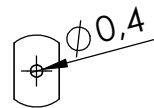
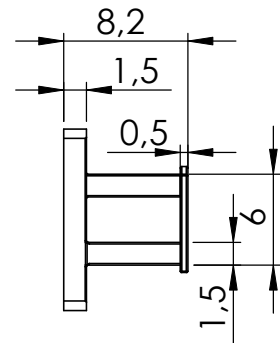
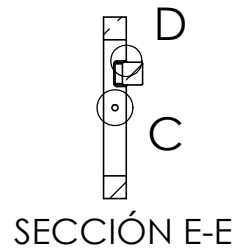
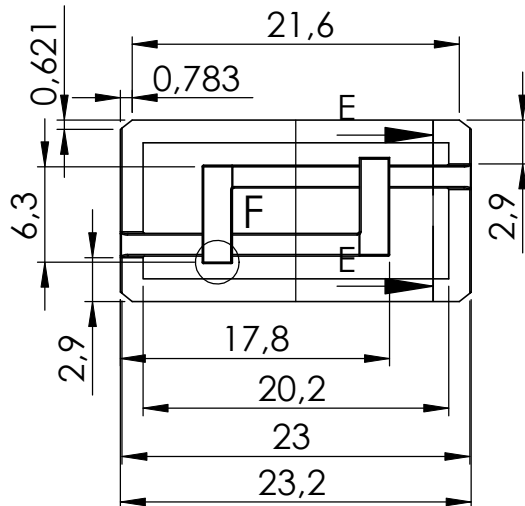
Nº PLANO:
12



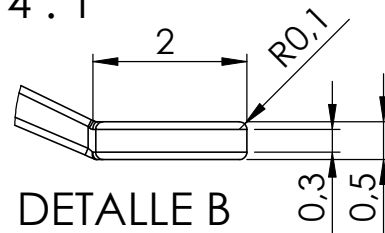
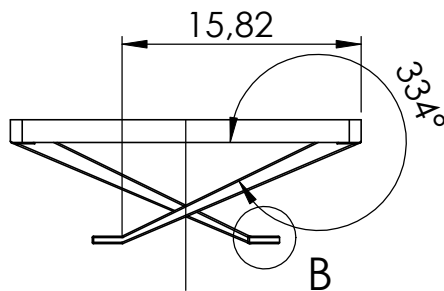
DETALLE F
ESCALA 10 : 1



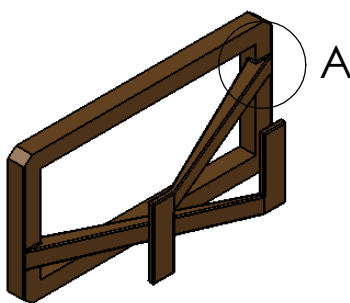
DETALLE D
ESCALA 10 : 1



DETALLE C
ESCALA 4 : 1



DETALLE B
ESCALA 10 : 1



DETALLE A
ESCALA 4 : 1



E.T.S.I.I.T

INGENIERO TÉCNICO
INDUSTRIAL .M

DEPARTAMENTO:
DEP. DE PROYECTOS
E INGENIERÍA RURAL

MATERIAL: Caucho al estaño

PROYECTO:

DESARROLLO DE SOLUCIÓN TÉCNICA PARA LA
INTEGRACIÓN DE SISTEMAS DE COMUNICACIÓN
VIA RADIOFRECUENCIA

REALIZADO:

AUTOR QUEL, JAVIER

FIRMA:

PLANO:

METAL PILA

FECHA:

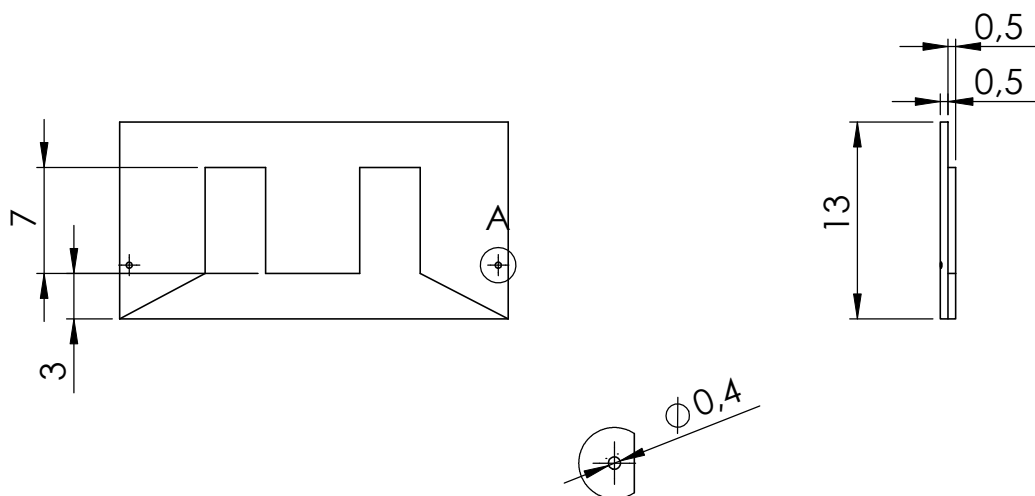
ESCALA:

Nº PLANO:

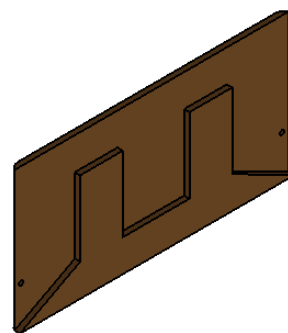
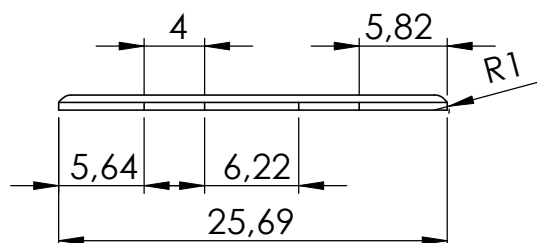
14/4/2011

1:2

13



DETALLE A
ESCALA 4 : 1



upna
Universidad
Pública de Navarra
Nafarroako
Unibertsitate Publikoa

E.T.S.I.I.T

INGENIERO TÉCNICO
INDUSTRIAL .M

DEPARTAMENTO:
DEP. DE PROYECTOS
E INGENIERÍA RURAL

MATERIAL: Bronce al estaño

PROYECTO:

DESARROLLO DE SOLUCIÓN TÉCNICA PARA LA
INTEGRACIÓN DE SISTEMAS DE COMUNICACIÓN
VIA RADIOFRECUENCIA

REALIZADO:

AUTOR QUEL, JAVIER

FIRMA:

PLANO:

METAL PILA 2

FECHA:

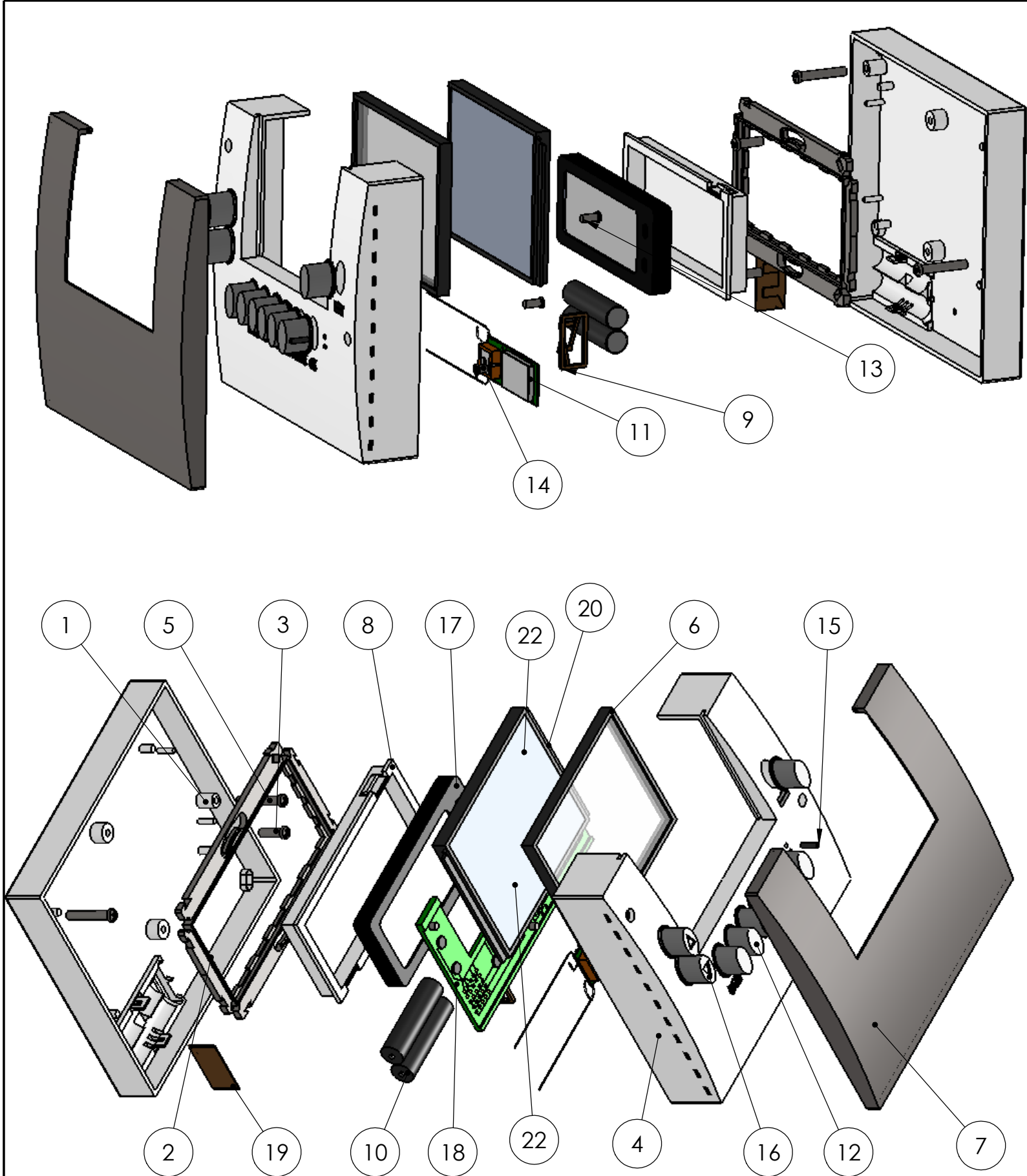
ESCALA:

Nº PLANO:

14/4/2011

1:2

14



N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	MATERIAL	CANTIDAD
1	Base		ABS	1
2	Sujeción recipiente		AISI 347 Acero inoxidable recocido (SS)	1
3	Tornillo sujeción	DIN 967 M3.5X0.2X9	AISI 316L Acero inoxidable	2
4	Carcasa ext.		ABS	1
5	Tornillo (Base-Carcasa ext.)	DIN 967 M3.5X0.2X9	AISI 316L Acero inoxidable	2
6	Pantalla		ABS	1
7	Tapa		ABS	1
8	Recipiente emisor		ABS	1
9	Metal pila		Bronce al estaño	1
10	Pila	AA LR6		2
11	Placa base 2			1
12	Botón		Caucho de silicio	7
13	Tornillo (Carcasa ext.-Placa base)	DIN 7985 M3X0.2X7	AISI 316L Acero inoxidable	3
14	Tornillo (Base-Placa)	DIN 7985 M3X0.2X3	AISI 316L Acero inoxidable	1
15	Botón de reset		Caucho de silicona	1
16	Botón (Cambio de temperatura)		Caucho de silicona	2
17	Emisor			1
18	Placa base (Pantalla-Botones)			1
19	Metal pila 2		Bronce al estaño	1
20	Base de pantalla		ABS	1
22	Cristal de base de panatalla		Vidrio	1
22	Cristal con leds incrustados		Vidrio	1

 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T		DEPARTAMENTO:		
	INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL .M		DEP. DE PROYECTOS E INGENIERÍA RURAL		
PROYECTO: DESARROLLO DE SOLUCIÓN TÉCNICA PARA LA INTEGRACIÓN DE SISTEMAS DE COMUNICACIÓN VIA RADIOFRECUENCIA			REALIZADO: AUTOR QUEL, JAVIER		
			FIRMA:		
PLANO: CONJUNTO DE TERMOSTATO			FECHA: 14/4/2011	ESCALA: 1:2	Nº PLANO: 15